

ALESSANDRO LEPCHAK

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS UTILIZANDO  
A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

CURITIBA  
2014

ALESSANDRO LEPCHAK

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS UTILIZANDO  
A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós Graduação Mestrado em Contabilidade – Área de Concentração Contabilidade Gerencial, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dra. Simone Bernardes Voese

CURITIBA  
2014

**"AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)"**

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE **MESTRE EM CONTABILIDADE** (AREA DE CONCENTRAÇÃO: CONTABILIDADE E FINANÇAS), E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.



**PROF. DR. ROMUALDO DOUGLAS COLAUTO**  
**COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**CONTABILIDADE**

APRESENTADA À COMISSÃO EXAMINADORA INTEGRADA PELOS PROFESSORES:



**PROF.ª DR.ª SIMONE BERNARDES VOESE**  
**PRESIDENTE**



**PROF. DR. JORGE EDUARDO SCARPIN**  
**MEMBRO**



**PROF. DR. CARLOS ALBERTO DIEHL**  
**MEMBRO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. SISTEMA DE BIBLIOTECAS.  
CATALOGAÇÃO NA FONTE

Lepchak, Alessandro

Avaliação da eficiência das atividades logísticas utilizando a análise  
envoltória de dados (DEA) / Alessandro Lepchak. - 2014.  
122 f.

Orientadora: Simone Bernardes Voese.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Programa  
de Pós-Graduação em Contabilidade, do Setor de Ciências Sociais  
Aplicadas.

Defesa: Curitiba, 2014.

1. Logística - Análise de envoltória de dados. 2. Logística empresarial.  
I. Voese, Simone Bernardes. II. Universidade Federal do Paraná. Setor  
de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em  
Contabilidade. III. Título.

CDD 658.78

***Dedicatória:***

*À minha esposa Marcelli pelo amor,  
atenção e apoio incondicional.*

*À minha mãe Elzi, pelo exemplo de  
vida, amor e dedicação à nossa família.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Após essa etapa de muita dedicação e esforço, agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada e que de alguma forma contribuíram para o alcance desse objetivo. Assim sou grato primeiramente a Deus pela vida e estendo minha sincera gratidão:*

*À minha família pelo apoio sem medidas em todos os momentos, especialmente à minha mãe Elzi e minha esposa Marcelli que foram essenciais e dividiram todas as fases dessa conquista. Estendo aqui meus agradecimentos à Luciana, Genilson, Marina, Tia Elenita, Tio Ernani, Jauri Cardoso, Marco e Mari. Considero a família como aqueles que precisamos constantemente sendo a base e razão de nossa vida e fonte de apoio em momentos difíceis, assim agradeço à todos das famílias Lepchak, Viante, Mattos, Lima e também àqueles que não estão mais conosco mas foram importantes em vários momentos de minha vida.*

*Aos meus amigos e colegas do mestrado (Adriana, André, Daiana, Flávio, Henrique, Hugo, Ivan, Josilene, Luciana, Odirlei, Oscar, Pedro, Stella, Sílvia e Susana) pelos momentos de alegria e pela cooperação nas disciplinas, seminários e pesquisas, além do bom relacionamento que a turma 2012 proporcionou.*

*À minha orientadora, Profa. Dra. Simone Bernardes Voese, pelo apoio e dedicação nas correções e ensinamentos ao longo das orientações. Suas colaborações e 'críticas' foram essenciais para o direcionamento e conclusão deste estudo.*

*Aos professores Dr. Jorge Eduardo Scarpin e Dr. Carlos Alberto Diehl por aceitarem serem avaliadores da dissertação e por contribuírem de forma significativa para a melhoria do estudo.*

*À todos os professores do mestrado e principalmente àqueles com os quais tive oportunidade de cursar disciplinas (Lauro, Márcia, Scarpin, Simone, Frega, Douglas, Paulo) sou grato pelos ensinamentos e conhecimento proporcionado com seminários, aulas e artigos.*

*Agradeço aos primos e sócios, Paulo e Binho, pela compreensão do meu afastamento das atividades profissionais da BLV Contadores durante este período de capacitação, e também aos funcionários que não mediram esforços para suprir minha ausência temporária.*

*Aos amigos Flávio e Wilson por dividirem durante este período a estada em Curitiba, proporcionando discussões produtivas sobre pesquisas e disciplinas e, além disso, pela descontração e alegrias vividas neste período.*

*Aos secretários do programa Márcio e Camila pela prestatividade dos serviços requeridos e pelo auxílio e esclarecimentos sempre pertinentes quando solicitados.*

*Agradeço também aos colegas do Departamento de Ciências Contábeis da Unicentro (PR) pelo incentivo ao mestrado e ao constante aperfeiçoamento.*

*Por fim, agradeço a CAPES e REUNI pelo apoio financeiro.*

*Não deixe de fazer algo que gosta,  
devido à falta de tempo,  
pois a única falta que terá,  
será desse tempo que  
infelizmente não voltará mais".  
(Mário Quintana)*



## RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil. Para tanto os específicos foram: a) Definir as variáveis a serem analisadas; b) Verificar os retornos de escala das variáveis que compõem o estudo a fim de determinar o método de avaliação da eficiência das atividades logísticas; c) Definir *benchmarking's* a fim de comparar a eficiência das atividades logísticas. A plataforma teórica foi sustentada pela eficiência logística e pela discussão das características dos modais e também das variáveis necessárias para avaliar sua eficiência. O estudo classificou-se como descritivo e quantitativo. A amostra foi composta de 12 (doze) atividades, sendo essas atividades selecionadas segundo a tabela do CNAE/IBGE num recorte temporal de cinco períodos, de 2008 a 2012. As variáveis do estudo foram a mão-de-obra, os gastos com combustíveis, os custos diretos e indiretos e a aquisição de meios de transporte (entrada) e a receita gerada (saída). O método estatístico escolhido, dadas as correlações aplicadas, retornos constantes verificados e regressões realizadas, foi a análise envoltória de dados (DEA) utilizando o modelo CCR orientado a produto (*output*). Destaca-se a atividade auxiliar aos transportes aéreos que atingiu escores de 100% nos períodos analisados, exceto no ano de 2010 que obteve 91,58%. Cabe ressaltar ainda que obtiveram três escores máximos de eficiência as atividades de cabotagem e longo curso e as atividades auxiliares ao transporte terrestre. As atividades de transporte ferroviário de cargas (2010 e 2011), transporte aéreo de cargas (2008 e 2012) e atividades auxiliares aos transportes aquaviários (2008 e 2009) tiveram dois escores máximos de eficiência nos anos destacados entre parênteses. Destaque negativo para atividades de navegação interior, navegação de apoio e outros tipos de transporte aquaviários que apresentaram baixos escores de eficiência e estão ligadas ao modal aquaviário, atuando principalmente na navegação das vias internas. Analisou-se também os *benchmarks* ou referências para melhoria e alcance à fronteira da eficiência, assim surgem como bons exemplos a cabotagem de longo curso e a atividade auxiliar aos transportes terrestres com 22 e 24 ocorrências. Com relação à variável 'gastos com combustíveis' o transporte ferroviário de carga e a navegação interior são os que apresentam maior necessidade de melhoria. Para os 'custos' as principais melhorias são notadas nas atividades navegação interior e cabotagem a longo curso sendo que de 2008 a 2011 a atividade 'navegação interior' atingiu altos escores de melhoria chegando a 78,34% em 2011. Por fim, quanto a 'aquisição de ativos' destacam-se as atividades organizadoras do transporte de cargas atingindo um percentual de minimização de aquisição de meios de transporte de 96,56% em 2008 e a navegação de apoio com 93,31% também no ano de 2008.

**Palavras-chave:** eficiência logística, análise envoltória de dados (DEA), atividades logísticas.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the efficiency of the activities related to the logistics, transport and cargo handling modals in Brazil. The specific objectives were: a) Define the variables to be analyzed; b) Check the scale returns of the variables that make up the study to determine the evaluation method of the efficiency of the logistical activities; c) Set benchmarking's in order to compare the efficiency of the logistical activities. The theoretical platform was supported by logistics efficiency and discussion of the characteristics of the modals and also the necessary variables to assess their efficiency. The study was classified as descriptive and quantitative. The sample consisted of 12 (twelve) activities, selected according to NCEA/IBGE table in a time frame of five periods, from 2008 to 2012. The study variables were hand labor, fuel spending, direct and indirect costs and means of transportation acquisition (entry) and also the generated revenue (output). The statistical method chosen, given the applied correlations, constant returns verified and regressions realized, was the data envelopment analysis (DEA) using the CCR model oriented to product (output). It highlights the auxiliary activities to air transport that reached a score of 100% in the analyzed period, but in 2010 when reached 91,58%. It is noteworthy that they obtained three maximum scores of efficiency in cabotage and long haul activities and the auxiliary activities to ground transportation. Freight transportation activities (2010 and 2011), air cargo (2008 and 2012) and auxiliary activities to water transportation (2008 and 2009) had two maximum scores of efficiency in the years in parentheses. A negative highlight was given to inland navigation, support navigation and other types of water transportation that presented low score of efficiency and are linked to the water modal, operating, specially, in navigation of internal roads. It was also analysed the benchmarkings or references for improvement and reach the efficient frontier, this way it arises as good examples the long haul cabotage and the auxiliary activity to ground transportation with 22 and 24 occurrences. Concerning to the variable 'fuel expenses', freight transportation and inland navigation are those with the highest need of improvement. For the 'costs', the main improvements are observed in inland navigation activities and long haul cabotage, that in 2008 and 2011 the inland navigation reached high scores of improvement reaching 78,34% in 2011. Finally, regarding to the 'asset acquisition', it also stands out the organizing activities of cargo transportation, reaching a percentage of minimization of means of transportation acquisition of 96,56% in 2008 and the support navigation with 93,31%, also in 2008.

**Keywords:** logistical efficiency, data envelopment analysis (DEA), logistical activities.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de Empresas por Atividade e Ano. ....	72
Tabela 2 – Resultados do Indicador $r^2$ em Relação à Receita .....	76
Tabela 3 – Resultados da Regressão Linear Múltipla .....	78
Tabela 4 – Coeficientes da Regressão .....	78
Tabela 5 – Escores de Eficiência das Atividades Logísticas .....	84
Tabela 6 – Melhorias Potenciais (%) Para as Dmu'S Menos Eficientes .....	94
Tabela 7 – Possíveis Melhorias com Gastos de Combustíveis .....	96
Tabela 8 - Possíveis Melhorias na Variável Custo .....	98
Tabela 9 – Possíveis Melhorias na Variável Aquisição de Transportes .....	99

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens do Modal Ferroviário .....	43
Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Modal Rodoviário .....	46
Quadro 3 – Principais Estudos Contemporâneos de Avaliação da Eficiência em Logística .....	62
Quadro 4 - Classificações e Tipologias de Pesquisa .....	66
Quadro 5 - Constructos e Variáveis da Pesquisa .....	67
Quadro 6 – Explicação das Variáveis da Pesquisa .....	68
Quadro 7 – População da Pesquisa .....	71

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo da Pesquisa.....	25
Figura 2 - Eficiência Técnica e Eficiência Alocativa .....	34
Figura 3 - Densidade do Transporte Ferroviário.....	41
Figura 4 - Comparação da Densidade de Ferrovias.....	41
Figura 5 - Malha Rodoviária Brasileira .....	47
Figura 6 - Comparativo do Modal Hidroviário no Brasil e nos Estados Unidos	52
Figura 7 - Transporte Hidroviário no Brasil.....	53
Figura 8 - Limitações dos Aeroportos Brasileiros .....	57
Figura 9 - Desenho de Pesquisa .....	65
Figura 10 – Diagrama de Dispersão Entre a Receita e Gastos com Pessoal. .	74
Figura 11 - Diagrama de Dispersão Entre a Receita e Aquisição de Ativos.....	75
Figura 12 – Distribuição Modal da Matriz Brasileira de Transportes De Cargas em 2011 .....	89
Figura 13 – Ranking de Eficiência das Atividades.....	90
Figura 14 – Ocorrências de Referências para Outras Dmu .....	92
Figura 15 – Valores Reais X Projeções da Variável Combustíveis para a Dmu 'Navegação Interior' .....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABIFER: Associação Brasileira da Indústria Ferroviária  
AECA: *Asociación Espanola de Contabilidade y Administración de Empresas*  
ANTAQ: Agência Nacional de Transportes Aquaviários  
ANTT: Agência Nacional de Transportes Terrestres  
BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
BRIC: Brasil, Rússia, Índia e China  
CNAE: Código Nacional da Atividade Econômica  
CNT: Confederação Nacional dos Transportes  
COPPEAD: Centro de Estudos em Logística  
DEA: Análise Envoltória de Dados  
DMU: *Decisions Making Unit*  
DNIT: Departamento Nacional De Infra-Estrutura de Transportes  
EA: Eficiência Alocativa  
ECT: Economia dos Custos de Transação  
EE: Eficiência Econômica  
ET: Eficiência Técnica  
EUA: Estados Unidos da América  
FMS: Sistemas flexíveis de manufatura  
GEIPOT: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IFAC: *International Federation of Accountants*  
JIT: *Just in time*  
PIB: Produto Interno Bruto  
PNLTT: Plano Nacional de Logística e Transporte  
SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática  
TEU: *Twenty-foot Equivalent Unit*  
TQM: Gestão de qualidade total  
VIF: Variance Inflation Factor (indicador de multicolinearidade)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	20
1.2 OBJETIVOS .....	22
1.2.1 Objetivo Geral .....	22
1.2.2 Objetivos Específicos .....	22
1.3 JUSTIFICATIVA .....	22
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	24
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	26
 <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO EMPÍRICO .....</b>	<b>27</b>
2.1 CONTROLE GERENCIAL E CONTABILIDADE GERENCIAL .....	27
2.2 ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO (ECT).....	30
2.3 EFICIÊNCIA LOGÍSTICA.....	33
2.4 MODAIS LOGÍSTICOS.....	38
2.4.1 Modal ferroviário.....	39
2.4.2 Modal rodoviário .....	44
2.4.3 Modal aquaviário .....	49
2.4.4 Modal dutoviário .....	54
2.4.5 Modal aéreo .....	55
2.5 VARIÁVEIS DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA .....	58
2.6 ESTUDOS RELACIONADOS .....	59
 <b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>64</b>
3.1 PROCEDIMENTOS/TIPOLOGIA DA PESQUISA.....	64
3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	66
3.2.1 População .....	70
3.3 PROCEDIMENTOS DE TRATAMENTO DOS DADOS.....	73
3.3.1 Definição dos modelos DEA.....	73
3.3.2 Seleção das variáveis.....	77
3.3.3 DMU's .....	79

<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>82</b>
4.1 AS ATIVIDADES LOGÍSTICAS .....	82
4.2 ANÁLISE DE EFICIÊNCIA.....	84
4.2.1 Benchmarking .....	91
4.2.2 Análise de melhoria das variáveis .....	93
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	101
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>104</b>
5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	107
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	107
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>121</b>
APÊNDICE A:.....	122



## 1. INTRODUÇÃO

A logística representa um segmento organizacional que busca atenuar as relações entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços no momento e condição física que desejarem (BALLOU, 1993). Nesse contexto afirma-se que a logística é parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento de forma eficiente e eficaz dos bens e serviços, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes (COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALES, 2003).

Havenga (2010) complementa que a logística é um componente que integra a economia permitindo a especialização regional e o crescimento econômico por meio da distribuição eficiente e eficaz dos bens e serviços. Assim, os sistemas logísticos são responsáveis pela otimização do fluxo físico dos bens e serviços desde um ponto de origem até um ponto de destino. Para tanto Lukinskiy, Lukinskiy e Shulzhenko (2011) mencionam que é possível uma sofisticação da estrutura de análise da logística compreendendo a avaliação da eficiência dos processos e também levando em conta a estratégia organizacional adotada.

Os modais logísticos estão diretamente ligados as perspectivas e estratégias que a empresa adota em suas operações. Além disso, a escolha dos modais logísticos é influenciada por técnicas de controle como, por exemplo, na aplicação de ferramentas descritas por Dornier *et al* (2010), como o *just in time* (JIT), gestão da qualidade total (TQM) e sistemas flexíveis de manufatura (FMS). Dessa forma a contabilidade pode fornecer instrumentos gerenciais para apoiar a escolha e o controle das operações inerentes à logística.

Para Albrecht e Sack (2000) o ambiente dos negócios influencia o perfil da contabilidade nas organizações envolvendo questões como a tecnologia, a globalização e a concentração de capital. Logo, a logística tem papel importante em empresas que buscam a competição de mercados.

Inserir-se também a análise logística em uma perspectiva de contribuição às atividades da cadeia de valor, pois um sistema logístico eficiente pode criar valor desde as fontes de matérias primas básicas até o produto final entregue nas mãos dos consumidores finais (SHANK; COLLEGE, 1989).

Dessa forma, a logística pode representar um obstáculo para novos empreendimentos por não terem a experiência, o conhecimento e a reputação para escolher de forma eficiente a complexa cadeia de fornecimento menos onerosa possível (NAUDE e MATTHEE, 2011). Então, as empresas precisam incluir a logística em uma perspectiva macro, dando suporte aos gestores no delineamento das estratégias organizacionais.

Como consequência, o sistema logístico influencia diretamente a estrutura de custos das organizações, sendo necessário buscar formas eficientes de gerenciar a cadeia logística. A aplicação da contabilidade gerencial possibilita a mensuração e o controle desses custos logísticos e auxilia na aplicação da estratégia organizacional.

O desempenho gerencial da organização é diretamente afetado pela logística, o conjunto de fornecedores e clientes e sua localização impactam em uma análise gerencial minuciosa e detalhada. Corroborando essa afirmativa Dimitrov (2005) expõe que as empresas devem dominar a logística e sua implementação a fim de aprimorar suas práticas, ferramentas e métodos de gestão aplicados.

O Brasil possui uma das piores colocações em termos de minimização do custo logístico do mundo, representando cerca de 12% do PIB, enquanto nos Estados Unidos da América tal custo representa 8% do PIB, porém há de se considerar que aspectos geográficos e o próprio desenvolvimento econômico devem ser levados em conta ao comparar estes valores relativos. Ao se avaliar em valores monetários esses custos representam uma perda anual de 83,2 bilhões de dólares por ano. Para as empresas o custo logístico médio representa cerca de 13,14% em relação à receita, sendo que o setor Químico e Petroquímico apresenta o menor custo com 6,29% da receita bruta e o setor de Bens de Capital tem a maior média com 22,69% (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012).

Assim, faz-se necessário avaliar a eficiência dos sistemas logísticos, pois esses custos são representativos nas empresas brasileiras e comprometem cerca 10% da receita nas economias mais desenvolvidas (ENGBLOM *et al.*, 2012). Por outro lado, os sistemas logísticos promovem a integração de sociedades que possuem diferentes tecnologias, minimizam o isolamento geográfico, contribuem para a diminuição de monopólios e estimulam a competitividade e a especialização das organizações.

Além da gestão de custos existem outros aspectos que afetam a eficiência dos modais logísticos e que estrategicamente devem ser melhorados, sendo considerados por Fawcett e Cooper (1998) outros quatro fatores a serem analisados na escolha do modal logístico, destacando a gestão de ativos, o atendimento ao cliente, a produtividade e a qualidade.

Por outro lado, para Frazelle (2002) *apud* Banaszewska *et. al.* (2012) a escolha do modal logístico deveria ser sustentada em análise das perspectivas financeiras, de produtividade, de utilização, de qualidade e de ciclos.

Apenas os fatores citados não são suficientes para uma análise aprofundada, pois a logística também é influenciada por questões do ambiente externo. Esses fatores podem ser avaliados por meio da infraestrutura das regiões em que a organização atua e também da condição e manutenção dessa infraestrutura como a conservação de rodovias, a manutenção dos aeroportos, a situação dos portos dentre outras.

A escolha do modal logístico é complexa, pois o tempo de trânsito médio tem alta variabilidade assim como a relação entre origens e destinos, sendo que essas variações aumentam as incertezas sobre qual modal deve ser utilizado. Outra influência significativa é a variação do número de volumes e carregamentos que pode ocasionar atrasos e imprevistos demandando a utilização de máxima eficiência possível por parte das organizações (ISHFAQ; SOX, 2012).

## 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

A partir da década de 60 os gestores e pesquisadores investigam a importância da área logística com maior ênfase (BALLOU, 2007). Desde então a logística incorporou o gerenciamento e fornecimento de produtos como uma nova função dentro da estrutura organizacional, fazendo referência principalmente às utilidades de tempo e lugar (TIMMS e POHLEN, 1970).

Posteriormente, a partir da década de 90 a logística tornou-se parte fundamental da gestão organizacional, sendo analisada dentro de um contexto gerencial na estrutura das empresas e também como fator importante para a competitividade, passando a ser objeto de investigações em esferas como a estratégia e o planejamento (RUSSEL, 2007).

A perspectiva central da logística consiste na análise do fluxo de materiais em toda a cadeia produtiva de modo a reduzir os custos e agregar valor ao serviço logístico. Esse cenário é consequência da maior produtividade em virtude do aumento do consumo e também da elevação da exigência dos clientes (SILVA e VILLAR, 2007).

Inúmeros estudos contemplam a abordagem da eficiência logística para apenas um modal logístico ou uma situação logística específica, dentre eles Rios (2005), Li *et al* (2009), Kim (2010), Bertoloto e Mello (2011), Wanke (2012), Banaszewska *et al* (2012), Silva *et al* (2012). Por outro lado há propostas que visam a integração de modais logísticos ou de estratégias diferenciadas como terceirização ou eficiência dos depósitos, como nos estudos de Ishfaq e Sox (2010) e Banomyong e Supatn (2011). Essas combinações possibilitam a oferta de um serviço diferenciado e estimula a competitividade entre os mercados.

Para a Fundação Dom Cabral (2012) e Kunaka, Mustra e Saez (2013) o Brasil possui uma entrega mais rápida se comparado a outros países do BRIC, porém os pontos negativos estão na infraestrutura, embarques internacionais e rastreabilidade. A entrega mais rápida se deve ao fato de que o volume de estoques próximos aos clientes é maior e a contribuição significativa do modal rodoviário no Brasil contribui para melhorar o tempo de entrega.

Também se percebe no Brasil a predominância da utilização do modal rodoviário em virtude da extensa malha rodoviária existente, fator esse que

ocasiona um aumento nos custos logísticos das empresas em virtude das más condições das estradas. Para a CNT (2013) 63,8% da extensão rodoviária brasileira, em 2012, apresenta alguma deficiência no pavimento, na sinalização ou na geometria da via, sendo que também houve um aumento nos pontos considerados críticos, passando de 221 para 250. Além disso, a falta de concorrência entre os modais logísticos e a integração entre os mesmos de modo que haja a garantia de apropriada conexão e coordenação prejudicam a atuação eficiente das organizações (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

Em estudo realizado com 126 empresas, 71% da amostra declarou que uma melhor gestão das ferrovias com integração multimodal seria uma ação relevante para a melhora da logística como um todo. Citaram também que o investimento e participação pública na composição da estrutura logística é um fator limitante para o desenvolvimento das organizações (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2012).

A comparação dos diversos modais que compõem o sistema logístico é pouco percebida na literatura, ou realizada de forma difícil, pois cada modal representa uma função de produção específica, sendo os achados de Savolainen (2007) um dos estudos que contemplam essa análise multimodal. Os dados referentes às cargas e capacidade dos modais são extremamente diferentes quando analisados em uma única base, desse modo é preciso definir variáveis que padronizem e possibilitem tal comparação.

A contabilidade gerencial auxilia neste processo de uniformização ao fornecer dados que podem ser comparados por atividade, por empresa, por departamentos, pois é uma linguagem comum dos negócios.

Como os sistemas logísticos impactam diretamente no resultado das empresas e consequentemente na análise gerencial, e, considerando a eficiência desses sistemas emerge a seguinte questão de pesquisa: **Qual a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil?** Desse modo a eficiência é o constructo principal do problema, que será desdobrado nas variáveis necessárias para compor a análise da eficiência.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Definir as variáveis a serem analisadas;
- b) Determinar as DMU's que compõem o estudo;
- c) Verificar os retornos de escala das variáveis a fim de determinar o método de avaliação da eficiência das atividades logísticas;
- d) Definir *benchmarking's* a fim de comparar a eficiência das atividades logísticas;

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Vários aspectos se destacam para demonstrar a relevância e justificativa do trabalho proposto. O primeiro ponto está relacionado à pesquisa ser parte integrante do Grupo de Pesquisa Laboratório de Controle Gerencial e Teorias Organizacionais Aplicadas, do Programa de Pós Graduação Mestrado em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná. Essa pesquisa integra a linha da Contabilidade Gerencial e visa contribuir para o avanço do conhecimento e discussão da área.

A contribuição teórica principal do estudo está relacionada à uniformização de variáveis a fim de obter um comparativo de eficiência entre os modais logísticos. As variáveis advindas do estudo emergiram em função de pesquisas aprofundadas em outras fontes que tinham como foco principal a análise de eficiência, geralmente focadas em apenas um modal logístico. Desse modo, propõe-se que, a partir desta discussão teórica, possa chegar a um denominador sobre a comparação e avaliação de diferentes modais logísticos e ainda contribuir para o avanço da análise logística como um todo.

O segundo ponto se relaciona com a área logística, sendo que existem inúmeras deficiências no Brasil, que podem ser sanadas por meio de novos projetos contemplando dados e metodologias inovadoras. Como nos transcritos de Correa e Ramos (2010) que analisaram a precariedade do transporte rodoviário para o escoamento da produção de soja, comparando diferentes modais. Os autores complementam que os modais mais eficientes, dada a especificidade do produto alvo da investigação, são os hidroviários e ferroviários em razão da eficiência energética e da maior produtividade na movimentação de cargas por distâncias maiores.

Além de aprimorar a investigação sobre a logística no país, como terceiro ponto destaca-se que a verificação da eficiência é importante no sentido de contribuir para a contabilidade gerencial em seu objetivo mais primitivo que é o de prover informações úteis e tempestivas para que os usuários internos alcancem os objetivos organizacionais (HORNGREN, SUNDEM e STRATTON, 2004). Nessa perspectiva, a análise da eficiência já foi desenvolvida em alguns sistemas logísticos como nos terminais portuários com trabalhos de Bertoloto e Melo (2011), Silva *et. al.* (2011) que avaliaram a eficiência produtiva e as características particulares dos terminais brasileiros. Por sua vez, Souza Júnior, Nobre Júnior e Prata (2009) investigaram a eficiência portuária da região Nordeste, e Guedes, Pena e Guerreiro (2000) encontraram pontos críticos e propuseram ações prioritárias na busca da eficiência dos terminais portuários do Mercosul.

Outro exemplo da investigação da eficiência é também notada nos achados de Wanke (2012) que averiguou o setor brasileiro de logística terceirizada, a busca pela ampla variedade de oferta de produtos e serviços aos consumidores e a variedade de tecnologias oferecidas. Constatou que a coordenação eficiente da cadeia logística, apoiados pela disponibilidade de informações em tempo real e sincronização dos inventários, favorece uma alocação mais racional dos recursos em relação às demandas dos clientes.

Em quarto lugar, a análise da eficiência logística comporta o aprofundamento das oportunidades nas organizações por meio da escolha do melhor meio logístico. Dessa forma, comparar a eficiência pode contribuir para

definir o modelo logístico a ser adotado pela organização e colaborar para o cenário econômico no qual encontram-se as atividades logísticas.

A quinta contribuição desse trabalho, em consonância com a identificação da eficiência dos modais, é disseminar junto às organizações o conhecimento sobre os diversos modais existentes e suas variáveis de eficiência percebidas de modo individual e também quando comparada entre os mesmos. Dessa forma as organizações podem estipular novas estratégias, desenhar cenários com maior subsídios de análise e melhorar as suas relações logísticas inerentes ao tempo e custo dos modais.

Conforme supracitado, o sistema logístico necessita de novas metodologias de análise, assim contribui-se para a integração entre os modais logísticos e também melhoram os riscos inerentes ao processo como prazos de entrega, inadimplência e renovação das frotas.

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa estudou as atividades logísticas e sua eficiência, focando-se exclusivamente no transporte, movimentação e armazenamento de cargas. Não foram tratados assuntos inerentes ao transporte de pessoas em virtude de que as características para este tipo de transporte são totalmente díspares em relação ao transporte de cargas.

Apesar de tratar da movimentação de cargas, o trabalho não contemplou o transporte dutoviário, embora o referencial teórico contenha tal assunto. Dessa forma, as atividades ligadas ao modal dutoviário foram subtraídas das análises tendo em vista que para esse modal não há a movimentação propriamente dita, sendo que não existe o deslocamento do modal.

Como o foco do estudo foram as atividades logísticas, estas não contemplaram também a atividade de correios, pois na maioria das vezes, a força motriz desse tipo de atividade é a força humana. Assim, não há meios de comparações pertinentes com outras atividades como transporte rodoviário ou aéreo em que há influencia significativa das características do modal logístico.

É sabido que os arranjos produtivos de cada modal são situações complexas e diferenciadas, dessa forma a variável inerente ao volume de carga transportada (presente em inúmeros trabalhos que analisaram a eficiência



individual de cada modal) não foi utilizada, pois é coerente, por exemplo, que o modal ferroviário irá transportar maior quantidade que o modal aéreo, este último limitado pelo tamanho dos porões dos aviões. Essas diferenças entre os modais e suas particularidades foram exploradas no referencial teórico de modo a esclarecer essas distinções.

Esta investigação está ligada à linha de pesquisa de Contabilidade Gerencial, especificamente delineada na investigação de eficiência das organizações, vinculada ao Grupo de Pesquisa Laboratório de Controle Gerencial e Teorias Organizacionais Aplicadas, do Programa de Pós Graduação Mestrado em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná.

Dadas as delimitações teóricas pertinentes, tem-se o fluxo da pesquisa que facilita o entendimento sobre a construção da mesma. Assim, segue Figura 1:

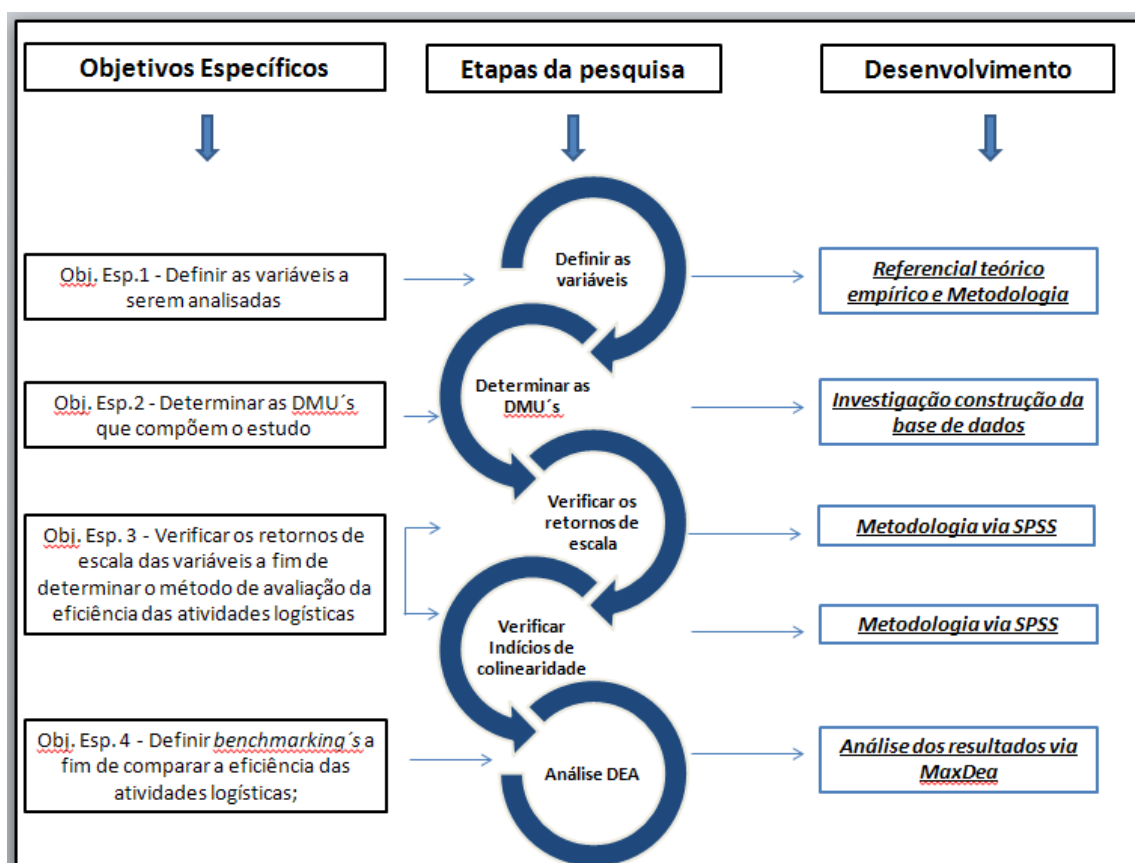


Figura 1 – Fluxo da pesquisa  
Fonte: O autor (2014)

Assim tem-se os passos necessários as etapas e processos pertinentes a esta pesquisa a fim de obter os resultados relativos ao objeto principal do estudo que é a eficiência das atividades logísticas.

### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação foi elaborada em capítulos e está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 1 contém a introdução que aborda a problemática, os objetivos, a justificativa da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico empírico, debatendo aspectos teóricos e pesquisas empíricas já realizadas acerca dos temas de Contabilidade e Controle Gerencial, a teoria de base para análise como sendo a Economia dos Custos de Transação – ECT, a Eficiência Logística como sendo objeto de análise dos modais e, por fim, a abordagem logística com o detalhamento de cada modal e suas variáveis de eficiência.

A metodologia está descrita no Capítulo 3, revelando as classificações e tipologias utilizadas nessa pesquisa, e detalhando processos como a coleta, análise e interpretação dos dados e os meios utilizados para o tratamento desses dados.

No Capítulo 4 tem-se a análise dos dados coletados, com base na Análise Envoltória de Dados e a comparação da eficiência entre os modais logísticos.

Por fim, no Capítulo 5, apresentam-se as considerações finais desse estudo, as limitações e ainda as proposições para futuras pesquisas. A última parte lista as referências utilizadas e apêndices.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO EMPÍRICO

Nesse capítulo são discutidas as perspectivas sobre eficiência logística compreendendo uma discussão de como a eficiência logística está relacionada com a contabilidade e controle gerencial. Também compreende a economia dos custos de transação e aspectos dos modais logísticos, além das variáveis de eficiência logística utilizadas em pesquisas anteriores.

### 2.1 CONTROLE GERENCIAL E CONTABILIDADE GERENCIAL

O controle gerencial é o “processo pelo qual os gerentes asseguram que os recursos são obtidos e usados efetiva e eficientemente, na consecução dos objetivos da organização” (JOHNSON e KAPLAN, 1993, p.145). A definição de Johnson e Kaplan é semelhante ao conceito apresentado por Anthony (1965 *apud* OTLEY, 1994, p. 289), que define o controle gerencial “como o processo em que os gestores asseguram que os recursos estão sendo obtidos e utilizados de forma eficiente e eficaz para o cumprimento dos objetivos organizacionais” (tradução livre)<sup>1</sup>.

Percebe-se que o controle gerencial tem como foco a atuação dos gestores da entidade, estimulando a utilização dos recursos de forma eficaz e eficiente. Inclui-se nessa perspectiva o enfoque logístico, pois é uma área que contribui para gerir os recursos organizacionais e faz a ligação entre a empresa e sua cadeia de valor/clientes.

Complementando o pensamento anterior, o IFAC (2009) menciona que o controle gerencial trabalha com recursos que são limitados, visando que o alinhamento as metas organizacionais se torne imprescindível. Assim, a eficiência logística atua diante da limitação gerencial e organizacional, pois nem toda empresa pode fazer uso de qualquer modal logístico, existindo limites que estimulam a criatividade dos gestores.

Flamholtz (1979, p.53) define controle gerencial

“como o processo de influenciar o comportamento dos membros da organização aumentando a probabilidade das pessoas se comportarem de modo a alcançar os objetivos da organização”.

---

<sup>1</sup> Management control could then be defined by Anthony as ‘the process by which managers ensure that resources are obtained and used effectively and efficiently in the accomplishment of the organization’s objectives’ (OTLEY, 1994, p. 289).

Desse modo, o controle gerencial deve nortear o desempenho dos gestores, conseqüentemente, auxilia na busca, compreensão e execução dos objetivos organizacionais e planos estratégicos.

Com o mesmo raciocínio Shank e Govindarajan (1997) e Mintzberg, Lampel e Ghoshal (2006) dissertam sobre o controle gerencial como sendo um dos elementos do processo de estratégia das organizações, mais especificamente, representa um dos mecanismos administrativos que contribuem para a implementação de estratégias.

A interpretação do conceito de Shank e Govindarajan (1997) e Mintzberg, Lampel e Ghoshal (2006) adiciona o item estratégia como parte integrante dos estudos organizacionais relacionados ao controle gerencial. Assim, a estratégia auxilia para que os planos delineados sejam organizados e cumpridos, sendo que nos aspectos logísticos a estratégia influencia na escolha dos modais e conseqüentemente, promove o melhor controle dos custos estratégicos e da eficiência logística, elevando esses itens a um patamar importante dentro do contexto estratégico.

Agindo de acordo com sua estratégia a organização pode utilizar o controle gerencial para possibilitar um efeito aprendizado de modo que possa corrigir seus erros e reforçar seus pontos fortes (GOMES, 1983).

Percebe-se que o controle gerencial se concentra no processo de atuação dos gestores, com a utilização eficaz e eficiente de recursos limitados visando a consecução dos objetivos organizacionais. Isto posto, pode-se mencionar como um dos processos que auxiliam o controle gerencial a contabilidade gerencial.

Para Hansen e Mowen (1997) a contabilidade gerencial constitui-se na parte do sistema contábil que se dedica às informações para os usuários internos da entidade. Corroboram Atkinson *et al.* (2000) afirmando que é o processo de identificar, mensurar, reportar e analisar informações sobre os eventos econômicos das empresas.

Aperfeiçoando o conceito de contabilidade gerencial a AECA (2000, p. 126) conceitua a contabilidade como o

“ramo da contabilidade que tem por objeto a captação, medição e valoração da circulação interna de uma unidade econômica, assim como sua racionalização e controle, com a finalidade de proporcionar à entidade a informação relevante para a tomada de decisão” (tradução livre)<sup>2</sup>.

O sistema logístico, como item integrante do sistema empresa, também é fonte de informação relevante para a tomada de decisão, pois, além de estabelecer a conexão da cadeia de valor se torna imprescindível sua análise em vários pontos como custos, margens, volumes, dentre outras.

O ponto fundamental da definição anterior é que a contabilidade gerencial pode ser aplicada a uma unidade econômica, logo pode-se atribuir essa aplicação a uma empresa, departamento ou centro de custo.

Anthony e Govindarajan (2006) incluem na compreensão da contabilidade gerencial que seus princípios não obedecem à autoridade de nenhum órgão regulador. Sendo essa também a visão de Guerreiro, Pereira e Frezatti (2008, p. 46) no qual considera a contabilidade gerencial como “uma rotina formada por hábitos que dá sentido a determinado grupo de pessoas e que é aceita de forma inquestionável”. As afirmações podem ser interpretadas da forma que a contabilidade gerencial não precisa se submeter a nenhum órgão externo para validar as informações geradas e essas informações serão amplamente aceitas por todos da organização, pois deve estar institucionalizada pelos hábitos e rotinas.

Ricardino (2005) *apud* Laurentino *et al.* (2011) complementa a visão da contabilidade gerencial e menciona que as informações devem se ‘encaixar’ de maneira variável e efetiva no modelo decisório do administrador.

Logo a contabilidade gerencial pode ser entendida como o processo que se dedica às informações organizacionais, a fim de prover meios para a tomada de decisão de curto, médio, e longo prazo, destinadas aos usuários internos adaptados aos objetivos organizacionais visando a eficiência e eficácia das operações, cujos princípios não se submetem a órgão regulador.

Sobre a finalidade da contabilidade gerencial, Drury (2008, p.7) afirma que “a contabilidade gerencial se preocupa com o fornecimento de informações

---

<sup>2</sup> Rama de la contabilidad que tiene por objeto la captación, medición y valoración de la circulación interna de una unidad económica, así como su racionalización y control, con el fin de suministrar a la entidad la información relevante para la toma de decisiones (AECA, 2000, p. 126).

que ajudam os usuários internos a tomarem boas decisões e melhorarem a eficiência e a eficácia das operações existentes” (tradução livre)<sup>3</sup>.

Desse modo a contabilidade gerencial se preocupa com as informações internas das organizações e o subsídio desses elementos para os gestores, buscando assegurar a eficiência e eficácia das operações visando os objetivos organizacionais. Para Dimitrov (2005) a implementação de controles e práticas gerenciais é importante para o desenvolvimento da logística.

Na visão de especialistas brasileiros dos programas de pós-graduação em contabilidade, pesquisados por Beuren e Erfurth (2010), dentre os temas de pesquisa em contabilidade gerencial considerados de relevante abordagem para o futuro da pesquisa destaca-se a Logística com 4.6 de média, em uma escala de cinco pontos. A Logística foi mencionada nesse estudo como de igual importância ao Planejamento Estratégico Formal e a Governança.

Nos achados de Laitiner (2003), que apresenta uma abordagem para o futuro da contabilidade gerencial, centrada na interatividade entre o empirismo e o desenvolvimento de novas técnicas e teorias, é recomendado que haja um tempo para testar e praticar esses avanços e que o aprendizado ocorra juntamente com os gestores das organizações.

Dessa forma, a contabilidade gerencial e o sistema logístico influenciam na decisão dos gestores, uma das formas é a escolha entre alternativas para determinado problema, o que pode ser desenvolvido com enfoque relacionado a custos de oportunidade e custos de transação.

## 2.2 ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO (ECT)

A Economia dos Custos de Transação, denominada ECT, originou-se nos achados de Ronald Coase, com a publicação do artigo “*The Nature of the Firm*” (1937). Embora se conhecesse a existência de custos de transação, os custos associados às transações econômicas eram negligenciáveis, mas com essa abordagem Coase procurava aproximar a definição da empresa com sua atuação no mundo real (POHLMANN *et. al.*, 2004).

---

<sup>3</sup> Management accounting is concerned with the provision of information to people within the organization to help them make better decisions and improve the efficiency and effectiveness of existing operations.

Verificam-se ainda aprofundamentos teóricos da ECT nos trabalhos de Oliver Williamson e John R. Cammons, porém o efetivo desenvolvimento dessa teoria ocorreu de forma mais intensa a partir da década de setenta, com a nova economia institucional (PERROW,1986). Especificamente Williamson (1975), contribuiu proporcionando a operacionalização da visão mencionada por Coase, diante disso produziu uma análise muito mais detalhada e cheia de nuances da captura ampla dos custos de transação.

Para Machado, Oliveira e Filho (2004) esta abordagem da teoria econômica se preocupa com os aspectos microeconômicos dando ênfase em uma teoria da firma não convencional, mesclada com história econômica, economia dos direitos de propriedade, sistemas comparativos, economia do trabalho e organização industrial. Confirmando a abordagem dos autores pode-se direcionar as afirmações para o sistema logístico, como sendo um componente do sistema empresa e conseqüentemente possui custos de transação implícitos em suas atividades. Portanto, as organizações podem minimizar esses custos ou maximizar sua eficiência ao analisar todas as possibilidades viáveis em uma situação em que é possível escolher entre mais de uma alternativa.

A teoria estuda como parceiros em uma transação protegem-se dos riscos associados às relações de troca. Para Farina (1997) a redução dos riscos implica a redução dos custos de transação, sendo o elemento de eficiência na concorrência entre as empresas.

O objetivo fundamental ECT é o de estudar o custo das transações como o indutor dos modos alternativos de organização da produção (governança), dentro de um arcabouço analítico institucional. Segundo Zylberstajn (2003) a unidade de análise fundamental passa a ser a transação, ou seja, a operação em que são negociados direitos de propriedade.

Coggan *et al* (2013) menciona os fatores que influenciam a base da aplicação da teoria dos custos de transação, são eles as características da transação, as características do transacionador, a natureza do ambiente institucional e a natureza dos arranjos institucionais.

É compreensível que a aplicação da ECT se torne consoante com a área logística, interpretando esses conceitos percebe-se que as características da

transação é essencial nessa análise. Logo os modais logísticos possuem atributos peculiares que devem ser levados em conta quando da análise dos mesmos. Também influencia a análise dos modais o perfil do transacionador, o gestor que aplica sua percepção nas escolhas e ainda o ambiente institucional de cada organização, pois as normas e costumes são peculiares e moldadas em função da repetição e do tempo.

Outros fatores que afetam os custos de transação são a vulnerabilidade da empresa para o oportunismo, ou seja, o relacionamento com os clientes e fornecedores e sua cadeia de valor e o poder que a empresa exerce sobre os mesmos. O planejamento das ações torna-se essencial para estabelecer novas políticas ou estratégias em todas as áreas de atuação (EMERY e MARQUES, 2011). Por isso é necessário prever as variáveis inerentes ao sistema logístico, pois as escolhas influenciam diretamente nos custos de transação.

Merkert e Cowie (2012) aplicaram os custos de transação para identificar e diferenciar os setores de transporte ferroviário, rodoviário e também as linhas aéreas na Grã-Bretanha. O estudo aponta que as companhias aéreas reduziram consideravelmente o nível dos custos de transação, principalmente em função da abertura dos mercados e aumento da gama dos negócios.

Algumas implicações gerenciais são demonstradas no estudo de Kabadayi (2011), no qual argumenta que uma multiplicidade de canais para viabilizar a escolha de uma transação maximiza e impulsiona a performance empresarial. O autor investigou 229 organizações aplicando os custos de transação nos sistemas de decisão. À vista disso, prover as empresas de uma multiplicidade de informações quanto aos modais logísticos existentes e sua eficiência pode ser útil para maximizar as escolhas relacionadas a essa concepção e fortalecer o poder de decisão dos gestores.

No escopo desse estudo a ECT está presente na cadeia logística, pois fornece vários instrumentos para sua operacionalização, dentre eles os modais logísticos (rodoviário, ferroviário, aéreo, hidroviário e dutoviário). Nessa ótica é coerente que cada organização avalie o modal mais adequado com sua atividade e que proporcione, por consequência, a busca pela máxima eficiência logística.



## 2.3 EFICIÊNCIA LOGÍSTICA

A eficiência pode ser definida como sinônimo de utilização racional de recursos de forma a maximizar a probabilidade de atingir determinados resultados. Fried, Lovell e Schmidt (1999) citam que o desempenho depende do estado da tecnologia empregada e do grau de eficiência de sua utilização.

Por eficiência técnica entende-se como a escala de utilização de diversos recursos estabelecidos, dada a especialização da organização, de modo a maximizar essa utilização (FEDDERKE e SIMBANEGAVI, 2012; URI, 2001) por meio da capacidade de evitar perdas e produzir tanto quanto os insumos permitem. Já a eficiência alocativa reflete a habilidade da firma em usar os insumos em proporção ótima, dados seus respectivos preços (MENDONÇA *et. al.*, 2006; URI, 2001).

Nos estudos de Brissimis, Delis e Tsionas (2010) a eficiência técnica (ET) reflete a capacidade de uma empresa para obter a saída máxima de um dado conjunto de insumos. Enquanto a eficiência alocativa (EA) reflete a capacidade de uma empresa em usar os insumos em proporções ótimas, dados seus respectivos preços. O produto de ET e EA é geralmente dado pela eficiência econômica (EE). Porém, afirmam os autores que é difícil decompor as fronteiras de tal eficiências dada a complexidade dos fatores e componentes..

Farrel (1957) estendeu os conceitos de eficiência ao adicionar a “função de fronteira” nas análises. A partir desses achados é possível comparar os resultados de uma organização, departamento, núcleo em relação à ‘melhor prática’ realizada por esse segmento. A Figura 2 expõe visualmente os conceitos de eficiência técnica e alocativa.

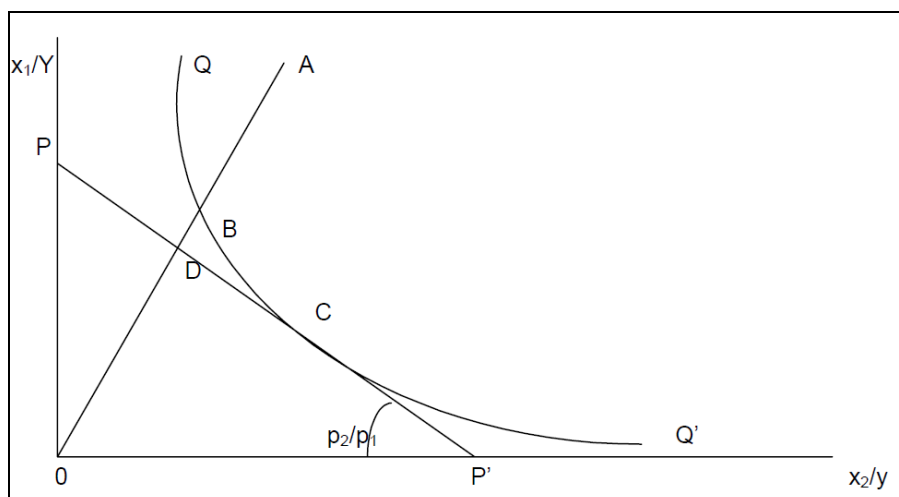


Figura 2 - Eficiência técnica e eficiência alocativa  
Fonte: Canto (2002)

A curva representada pela variável  $QQ'$  representa a eficiência máxima a ser alcançada dado o conjunto de insumos, passando a ser a fronteira tecnológica para a indústria, departamento, e especificamente neste escopo os modais logísticos. Os pontos A, B e C representam a eficiência individual de cada núcleo que, torna-se ineficiente quando o limite máximo da curva  $QQ'$ . Avaliando esses pontos é possível determinar a eficiência ou ineficiência dos modais e compará-los com a função da fronteira.

No exemplo da Figura 2 a empresa representada pelo ponto C caracteriza-se pela eficiência técnica e alocativa pois sua combinação está na fronteira de produção e realiza-se ao menor custo. A empresa A é ineficiente técnica e alocativamente, pois a combinação caracteriza um excesso de insumos para a produção e, conseqüentemente, o custo é superior a P. A empresa B é tecnicamente eficiente, mas alocativamente ineficiente, uma vez que sua combinação está na fronteira de produção, mas seu custo excede P.

De acordo com Kumbhaker e Lovell (2003), a eficiência técnica é definida em termos da distância de uma fronteira de produção e a eficiência econômica utiliza uma fronteira econômica. Disso deriva que um processo produtivo é economicamente eficiente se não existir outro processo alternativo, ou a combinação de processos, que produza a mesma quantidade, a menor custo ou maior lucro possível.

Desse modo, relacionando os conceitos de eficiência, suas aplicações e estudos contemporâneos com o presente estudo optou-se por seguir a linha da

eficiência alocativa (EA), pois a utilização dos insumos na eficiência logística influencia nos preços praticados pelas organizações.

Diversos fatores interferem para que a empresa maximize sua capacidade de alocar os recursos, dentre eles pode-se citar os achados de Ha, Park e Cho (2011) que verificaram a relação entre compradores e fornecedores e seu impacto na eficiência logística considerando a confiança e a competência de cada funcionário e também investigaram a tomada de decisões de forma conjunta ou partilhada.

Percebe-se que a eficiência aplicada na logística exige um nível alto de detalhamento de informações e contempla tanto elementos quantitativos como qualitativos. Com relação a esses fatores os chineses Zao e Tang (2009) investigaram, por meio de uma análise quantitativa, que a atividade logística depende de fatores como a categoria de produtos, a organização logística e a distribuição de acordo com as características dos bens.

A análise de eficiência também foi objeto de estudo quantitativo de Kim (2010) que propôs um sistema para avaliar a eficiência do transporte rodoviário na Coreia do Sul, por meio da aplicação de questionários a motoristas. Os resultados demonstram que as variáveis como infraestrutura, imobilizado e frota precisam ser aperfeiçoadas para resultar em maior eficiência do modal rodoviário.

A eficiência depende tanto do fator humano como do fator capital presente nas organizações, visando aprimorar a interação entre esses fatores para maximizar o resultado. Para Cui e Hertz (2011) as organizações logísticas desenvolvem diferentes formas de pensar e procuram a lógica da criação de valor, sendo que tal estudo serve para compreender as várias estratégias que as empresas adotam.

Então a eficiência pode ser representada pela seguinte equação ' $Q = f(K, L, T)$ ', no qual Q representa a Quantidade de produção, f a função, K o capital, T a tecnologia e L o trabalho segundo Pindyck e Rubinfeld (1994). Essa função representa os insumos utilizados para produzir determinado produto ou serviço, e indicam o conjunto de escolhas que a empresa realiza, podendo ser classificados em amplas categorias como ativo fixo, trabalho, capital e matérias primas e dependentes ainda do estado do fator tecnologia (MILLER, 1981).

Dentre os fatores que interferem na eficiência logística estão os custos, o tempo, o consumo de recursos e a capacidade (HEINEN, DIEHL e ALVES, 2012).

Quanto à aplicação do termo custos logísticos liga-se o conceito inicialmente a um gasto que as organizações possuem. Entretanto pode-se afirmar que a atividade logística não gera apenas custos, mas também adiciona valor na criação de receita por ocasionar aumento de disponibilidade das mercadorias e produtos aos clientes, ocasionando sua satisfação e por consequência em maiores pedidos futuros (CHRISTOPHER, 2009).

Quando não existe um bom sistema logístico, a extensão do mercado fica limitada aos itens de produção local. Com melhores serviços logísticos, os custos de produtos colocados em mercado mais distantes podem ser competitivos com aqueles de outros fabricantes que vendem no mesmo mercado (BALLOU, 1993). Esse aumento de oferta dos produtos em locais diferentes estimula as economias de modo a contribuir para a redução dos preços aos consumidores e incentiva a exploração de mercados por empresas que normalmente não explorariam tal região.

Para as empresas desempenharem um bom papel na exploração dos mercados é necessário que desenvolvam a atividade logística de modo eficiente e que tenham disponibilização de recursos na forma de capital de giro, investimentos e imobilizado. Logo, é importante considerar as questões financeiras e principalmente o retorno que esses investimentos em logística traz para a organização. A mensuração desse sistema interligado a fatores como gestão de pessoas, gestão ambiental, gestão estratégica de custos colabora para o alcance da eficiência organizacional.

É necessário ainda um bom gerenciamento nos custos de retrabalho ou de qualidade, que para Juran e Gryna (1991) são aqueles custos que não existiriam se o produto fosse fabricado de forma perfeita na primeira vez, estando associados com as falhas na produção que levam a retrabalho, desperdício e perda de produtividade. Percebe-se que, caso o sistema logístico não funcione perfeitamente bem, pode ocasionar à empresa ou ao cliente o aumento desses custos, ocasionando a adição de processos para que avarias

ocasionadas na logística sejam sanadas ou ainda gerando custos com a troca daquele produto.

Para Feigenbaum (1994) em uma empresa ideal, a plena eficiência dos investimentos realizados nos custos de controle e prevenção fariam com que os valores dos custos com falhas e manutenções tendessem a zero.

Sob essa perspectiva, a eficiência logística contribui para a melhoria da qualidade da empresa. Para Nazário (2007) as empresas realizam investimentos para aprimorar as atividades logísticas, destacando os aportes realizados em tecnologia de informação, os quais objetivam fornecer às empresas melhor planejamento e controle das operações e também a busca por soluções intermodais que possibilitem uma redução significativa de custos e uma melhora no tempo dos processos.

A busca pelo menor preço possível e pela qualidade exigida pelos clientes é percebida também pelas empresas que precisam reduzir seus custos permanentemente para se manterem competitivas. Um dos subsistemas passíveis dessa redução pode ser o sistema logístico, pois as potenciais áreas de redução de custos seriam a armazenagem, transporte e distribuição dos produtos (BOWERSOX e CLOSS, 2001). Assim, medir a eficiência nos meios logísticos é importante, pois influencia diretamente na gestão das empresas.

A análise logística está ligada basicamente às dimensões de tempo e utilidade de lugar. É fundamental que os modais logísticos contribuam para agregar valor ao cliente, geralmente ligada à pontualidade e tempo, à capacidade de prover um serviço porta a porta, à flexibilidade, ao gerenciamento de riscos associados a roubos, danos e avarias e à capacidade de o transportador oferecer mais que um serviço básico, tornando-se capaz de executar outras funções (NAZÁRIO, 2007).

As exigências descritas estão vinculadas ao desempenho e também às características de cada modal logístico, no que diz respeito a suas dimensões físicas e à estrutura de custos. Os sistemas logísticos compreendem as atividades, os recursos e as facilidades que compõem a capacidade de movimentar mercadorias e pessoas. Além disso, possuem outros elementos necessários como a via de transporte, o veículo, a força propulsora, as instalações e o controle.

Assim sendo a capacidade do modal depende da velocidade e do tamanho do veículo que determinam a força propulsora necessária. Esses elementos relacionados com a capacidade da via e o controle operacional levam a eficiência e eficácia do nível de serviço oferecido, tudo isso interage também com outros fatores socioeconômicos, como aspectos legais, fiscais, políticos e ambientais.

Para Ballou (1993) o movimento de cargas e pessoas inclui também o sistema para distribuição de intangíveis, como comunicações telefônicas, energia elétrica e serviços médicos. A maior movimentação de carga é manipulada por cinco modos básicos, sendo eles ferroviários, rodoviários, aquaviários, dutoviários e aéreo, além dos citados algumas agências de transporte coordenam e facilitam os movimentos, como por exemplo, transportadoras e associações que interagem entre si para montar arranjos mais econômicos do frete.

## 2.4 MODAIS LOGÍSTICOS

A logística é o principal processo para o gerenciamento das cadeias de suprimento, pois existe uma clara e definitiva necessidade de integração dos fluxos de produto, de informação e dos fluxos financeiros (LAMBERT e STOCK, 1998). Logo, a logística pode ser entendida como o conjunto de unidades organizacionais, instituições e agentes que dão apoio à comercialização de produtos e de serviços de uma determinada empresa (FLEURY e RIBEIRO, 2001; FIGUEIREDO, FLEURY e WANKE, 2003).

Para Alvarenga e Novaes (2004) muito embora a logística englobe diversos itens, tais como a gestão dos estoques, comercialização, tratamento de informações e marketing, o subsistema de transportes é um dos mais importantes itens logísticos, pois engloba variáveis relacionadas em nível de serviços e apresenta grande impacto aos custos operacionais.

Compreendendo uma área extensa, a logística abrange desde a fase estratégica, como o desenho das redes de distribuição, até pontos avançados como a logística reversa e a coleta e destinação de embalagens e resíduos gerados pelo que foi consumido/comprado. No centro de tudo, há a correta escolha do modal a ser utilizado (KIM, 2010).

Desse conjunto amplo que é o sistema logístico frente à toda a cadeia de suprimentos das organizações, delimita-se a seguir os modais logísticos, compreendendo os modais ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aéreo, suas vantagens e desvantagens, além das variáveis de eficiência presentes na literatura e que são particulares de cada modal.

#### 2.4.1 Modal ferroviário

O modal ferroviário consiste em um dos mais antigos meios de transporte e é utilizado para transportar, de maneira eficiente, uma grande quantidade de tonelagem por longas distâncias, sendo essa a principal razão de que as ferrovias continuam ocupando um lugar de destaque nos transportes. Esse meio de transporte, segundo Bowersox e Closs (2001) incorrem em elevados custos fixos em virtude do equipamento caro, do acesso aos pátios de manobra e aos terminais, sendo que por outro lado apresenta custos variáveis relativamente baixos.

Esse modal oferece diversos serviços especiais aos contratantes, podendo ser movimentação de granéis, como carvão ou cereais, porém alguns produtos requerem equipamento especial para seu transporte como ocorre com automóveis ou perecíveis. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes (2011) 71% do volume transportado nas ferrovias brasileiras correspondem ao minério de ferro, sendo considerado o principal produto movimentado em 2010.

Para oferecer um serviço cada vez melhor aos usuários das ferrovias, as empresas, nos EUA, tem-se concentrado no desenvolvimento de equipamentos especializados, como vagões de três níveis para automóveis, vagões com proteção interna acolchoada, trens unitários, vagões articulados e vagões com contêineres empilhados. Essas tecnologias tem sido aplicadas de modo a reduzir o peso, aumentar a capacidade de transporte e facilitar as operações de manuseio. Ainda dispõe de um sistema de controle que inclui a fiscalização dos órgãos públicos, cancelas, passagens de nível, conferência de cargas e equipamentos de movimentação e comunicação (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Para Keedi (2001) o modal do transporte ferroviário tem a capacidade de juntar várias unidades para a sua transformação numa composição de alta capacidade de transporte de carga, sendo essa a sua principal vantagem.

De acordo com o Ministério dos Transportes (2012), dentre as características do transporte ferroviário no Brasil está a grande capacidade de carga que pode ser transportada. Além de ser adequado para grandes distâncias, possui elevada eficiência energética, é pouco poluente, possui baixo custo de transporte e manutenção, possui maior segurança visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos. Contudo é necessário elevado investimento para a implantação, além do transporte ser lento devido às suas operações de carga e descarga, possui baixa flexibilidade com pequena extensão da malha e baixa integração entre os estados.

Percebe-se ainda a preocupação do Ministério dos Transportes do Brasil em interligar o modal ferroviário com os sistemas aéreos e rodoviários proporcionando a maximização da movimentação de cargas e pessoas.

Correa (2012) avaliou, por meio da Análise Envoltória de Dados - DEA, a eficiência dos sistemas de transporte de carga da Colômbia. Conclui neste estudo que, nas circunstâncias do país analisado, o transporte ferroviário é o mais eficiente na alocação de recursos, devido aos custos e características de cada sistema. Por outro lado, Kim (2010) afirma que, por este modal, é impossível estabelecer um transporte porta a porta e também a maioria das estradas de ferro não são eletrificadas, o que reduz a velocidade dos trens.

Uma informação importante a ser analisada no modal é a densidade do transporte ferroviário, esse indicador é calculado com base na infraestrutura disponível em 1.000 Km<sup>2</sup> de área. No Brasil este indicador é extremamente baixo quando comparado a outros países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Nota-se na figura 3, que o indicador de 3,5 do Brasil é baixo se comparado a países emergentes como a Índia que apresenta uma densidade de 19,5 e da China com 9,0. Esse índice fica mais deficitário quando percebe-se que países com menor PIB como Argentina e Chile apresentam um indicador maior do que o Brasil. Esse cenário denota a importância de novos



projetos para expansão e crescimento desse modal no país. Dessa forma tem-se a Figura 3:

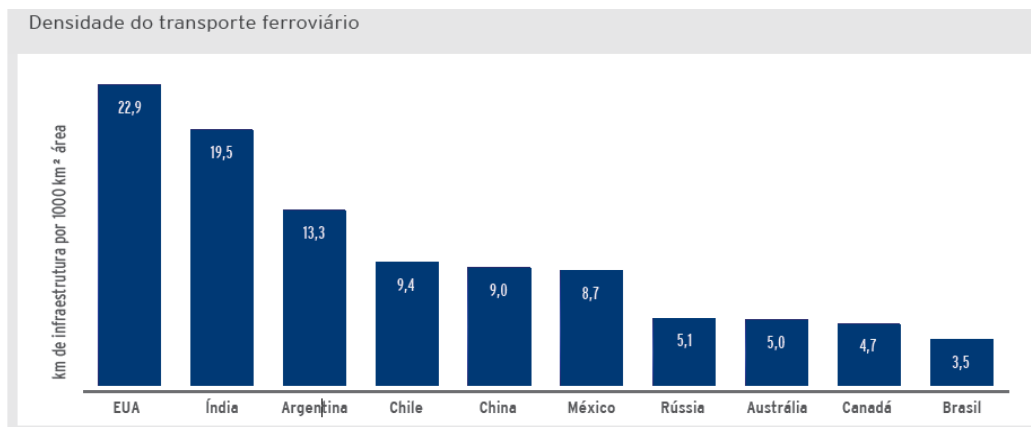


Figura 3 - Densidade do transporte ferroviário  
Fonte: CNT (2012)

Ainda utilizando o indicador de densidade do transporte e confirmando a situação de baixa disponibilidade desse modal no Brasil, tem-se Figura 4, que compara a estrutura ferroviária entre Brasil e Estados Unidos.

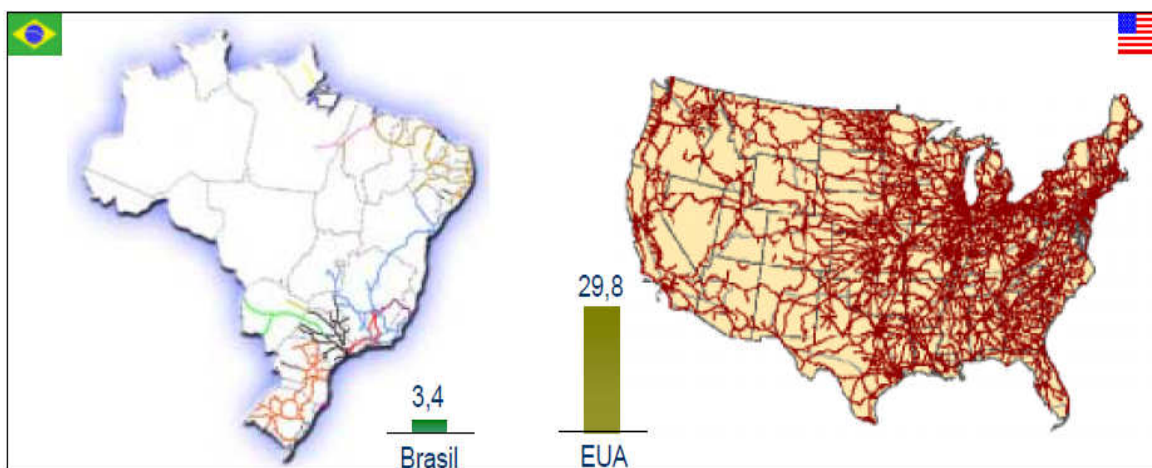


Figura 4 - Comparação da densidade de ferrovias  
Fonte: Centro de Estudos em Logística - COPPEAD (2012)

As linhas em vermelho destacadas nos dois mapas da Figura 4 indicam a presença de ferrovias. Percebe-se claramente que os Estados Unidos possuem uma extensa malha ferroviária se comparadas ao Brasil. Justificadas pelas privatizações das ferrovias na década de 90 e pelo período de forte desenvolvimento das rodovias brasileiras. Segundo dados do DNIT (2011) em 1884 o Brasil tinha 6.116 km de ferrovias e 1.650 km estavam em construção.

No ano de 1988 existiam 9.200 km em exploração e 9.000 km em construção ou estudo.

Com base no ano de 2008 nos Estados Unidos a participação das ferrovias é de 43% da produção transportada e na Rússia chega a 81%. No Brasil a participação ferroviária é próxima dos 20% ficando atrás, inclusive, de países menores, como a França, que tem o tamanho, aproximado, do estado de São Paulo e tem uma disponibilidade ferroviária superior a do Brasil inteiro (GONÇALVES e MARTINS, 2009; NAZÁRIO, 2007).

Em 2011 o Brasil possuía mais de 30 mil quilômetros de ferrovias, administradas por 12 empresas por meio de concessão estatal. Todavia há a predominância de atuação da empresa América Latina Logística que possui malhas ferroviárias nas regiões Sul, Centro Oeste e Norte (ANTT, 2012).

Nessa linha de raciocínio o setor ferroviário tem experimentado considerável crescimento nos últimos anos, fomentado pelo processo de concessão das malhas federais à iniciativa privada. Os contratos para exploração do serviço público de transporte ferroviário de cargas foram celebrados pela União entre 1996 e 1998. O longo período de estagnação pelo qual passou o setor ferroviário interferiu na matriz de transportes (CNT, 2012), pois mesmo após as privatizações, 62% das ferrovias concedidas estão em péssimas condições de uso ou abandonadas (ANTT, 2009).

Estima-se que são transportados pelas estradas de ferro brasileiras mais de 20% da produção do país, mas esse valor é considerado baixo em vista da extensão territorial do Brasil e do potencial de utilização desse modal (CNT, 2012). Conforme a Associação Brasileira da Indústria Ferroviária - ABIFER (2010) o transporte ferroviário brasileiro ainda está muito longe de ser um exemplo, se comparado aos países da América Latina, Europa e Estados Unidos.

Evans (2010) verificou a situação econômica dos principais sistemas de linhas ferroviárias do Japão, seja ela privatizada, estatal ou ambas (parcerias público-privada) em relação à segurança dos usuários. Constatou que mudanças na estrutura organizacional podem afetar a segurança nas ferrovias. A análise de dados contemplou o período de 1987-2006, sendo que a principal constatação foi a de que não há evidência empírica da privatização sobre a

segurança, sendo os métodos e resultados semelhantes aos encontrados na Grã-Bretanha (Evans, 2010).

Na Austrália entre 2010 e 2012, Chavand (2013), realizou um estudo de caso em um projeto de privatização de um trecho ferroviário de 40km, localizado em áreas urbanas e rurais, sendo realizada sua revisão desde o processo de aprovação, implementação e finalização do projeto. Este estudo demonstra a importância do planejamento nas privatizações, portanto a aplicação de um correto plano de trabalho melhora a aplicabilidade e usabilidade do modal.

A análise do modal ferroviário foi objeto do estudo de Marinho *et al* (2012) sendo verificado o uso dos modais na região Sul Fluminense. Uma das principais conclusões foi que a localização, entre o eixo Rio de Janeiro - São Paulo é privilegiada e apresenta vantagem competitiva permitindo uma interligação produtiva das redes logísticas, principalmente com o aumento do fluxo do modal ferroviário.

Por fim, tem-se no Quadro 1 as vantagens e desvantagens do modal ferroviário:

MODAL FERROVIÁRIO	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta capacidade para grandes lotes de mercadorias;</li> <li>- Possibilidade de transportar vários tipos de produtos;</li> <li>- Alta garantia de entrega dentro do prazo;</li> <li>- Alta segurança;</li> <li>- Pouco poluente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo longo entre os destinos;</li> <li>- Altos custos dos terminais e pátios de manobra;</li> <li>- Baixa flexibilidade de rotas;</li> <li>- Impossibilidade (em muitos casos) de realizar a entrega final do produto.</li> </ul>

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens do Modal Ferroviário

FONTE: Adaptado de CORREA, 2012; KIM, 2010; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; NAZÁRIO, 2007; BALLOU, 1993; BOWERSOX E CLOSS, 2001.

Assim sendo, o modal ferroviário apresenta como vantagens a capacidade para transportar grandes lotes de mercadorias, podendo transportar vários tipos de produtos, alta garantia de entrega dentro do prazo, além de ter alta segurança e ser pouco poluente. Por outro lado, percebem-se

pontos negativos como o tempo longo entre os destinos, altos custos fixos em virtude de terminais e pátios de manobra, baixa flexibilidade das rotas e a impossibilidade, em muitos casos, de realizar a entrega final do produto necessitando da integração com outros modais (CORREA, 2012; KIM, 2010; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; NAZÁRIO, 2007; BALLOU, 1993; BOWERSOX E CLOSS, 2001).

#### 2.4.2 Modal rodoviário

O transporte de cargas, no Brasil, sofre enormes deficiências de regulação, o elevado custo de capital, a falta de política pública de investimento, que combinados, levaram o país a uma dependência exagerada do modal rodoviário (GONÇALVES e MARTINS, 2009). Dessa forma o modal rodoviário é o mais utilizado no Brasil com cerca de 62% do total da matriz rodoviária em 2006, prejudicando a competitividade em termos de custo de diversos produtos (NAZÁRIO, 2007). O transporte rodoviário proporciona flexibilidade operacional como, por exemplo, com o serviço porta a porta, frequência e disponibilidade de serviço (BALLOU, 1993), e possui seu ponto forte na velocidade de movimentação intermunicipal (BOWERSOX e CLOSS, 2001; GONÇALVES e MARTINS, 2009).

Dispõem também de serviços expressos, que garantem a entrega dentro de um prazo limitado, com privilégios de parada, permitindo carga ou descarga parcial entre origem e destino e flexibilidade para variação de roteiros ou alteração do destino final quando ainda em transito (BALLOU, 1993).

Segundo o Ministério dos Transportes (2012), o transporte rodoviário:

“é o principal meio de transporte realizado no Brasil. Contudo, devido às suas desvantagens em relação a outros modais, houve uma mudança com o passar dos anos de pensamentos e ações que devem influenciar a sua participação na matriz modal. Essa redução propiciará aos outros modais a contribuir de forma mais eficiente para o transporte de passageiros e de cargas no Brasil”.

O modal rodoviário vem a ser mais adequado para o transporte de cargas em distâncias consideradas curtas, ou seja, para trajetos de até 300 quilômetros. Atuaria assim, nas chamadas pontas – do local de origem até os armazéns ou terminais ferroviários ou hidroviários, os quais, então, ficariam

responsáveis pelo transporte a longas distâncias, dadas a maior capacidade de carga e a possibilidade de reduzir custos e perdas (HIJJAR, 2004).

Além das características citadas, oferece entrega razoavelmente rápida e confiável de cargas parceladas. O operador rodoviário necessita preencher apenas um veículo antes de despachar a carga, enquanto a ferrovia precisa lotar um trem (BALLOU, 1993). Porém, para Kim (2010) o aumento do transporte rodoviário de mercadorias traz o congestionamento rodoviário, aumenta o índice de acidentes, aumenta os custos logísticos, causa poluição do ar e gases de efeito estufa.

Complementando, Almasri, Muneer e Culliane (2011) verificaram na Síria que a qualidade do ar pode ser melhorada com o uso do transporte público e pelo uso de fontes de energia e recursos renováveis, o estudo teve como ponto principal a qualidade do ar em virtude da alta poluição e da demanda crescente do modal rodoviário no país.

Modais rodoviários necessitam de investimentos fixos relativamente pequenos em terminais e operam em rodovias com manutenção pública. Embora o custo com taxas de licença, impostos ao usuário e pedágios seja grande, essas despesas estão diretamente relacionadas com a quantidade de quilômetros e veículos operados. Dessa forma o custo variável por quilômetro é alto, pois é necessário um “cavalo mecânico” e um motorista para cada carreta ou composição de carretas alternadas. A necessidade de mão de obra também é grande em virtude das restrições de segurança referentes ao motorista e à necessidade de uma força de trabalho substancial de manutenção (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Cabe salientar quanto aos aspectos inerentes à mão de obra que entrou em vigor em 2012 no Brasil, a Lei 12.619 que aponta novas regras sobre a jornada de trabalho de motoristas profissionais. A lei conhecida como Lei do Descanso, determina que os motoristas têm direito a repouso de 11 horas por dia, além do descanso de 30 minutos a cada 4 horas ininterruptas de direção. A norma é direcionada ao motorista que transporta carga com peso bruto superior a 4.536 quilos, ao profissional de transporte escolar e de passageiros em veículos com mais de dez lugares. Quem não cumprir as resoluções 405 e 406 do Conselho Nacional de Trânsito (Contran), pode ter o veículo apreendido

e ser multado em R\$ 127,69 mais a perda de cinco pontos na carteira de habilitação (BRASIL, 2012).

Ademais, o Quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens do modal rodoviário:

MODAL RODOVIÁRIO	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior disponibilidade de vias de acesso;</li> <li>- Possibilidade de serviço porta-a-porta;</li> <li>- Integra regiões de difícil acesso;</li> <li>- Embarques e carregamentos rápidos;</li> <li>- Carregamentos de pequenos lotes;</li> <li>- Facilidade de substituição do veículo em caso de defeitos ou quebra;</li> <li>- Maior rapidez na entrega em virtude das curtas distâncias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior custo operacional ocasionados pela menor capacidade de carga;</li> <li>- Sujeito a congestionamentos;</li> <li>- Maior risco de acidentes e roubos;</li> <li>- Baixa capacidade de carga;</li> <li>- Velocidade moderada;</li> <li>- Má conservação das rodovias.</li> </ul>

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Modal Rodoviário

FONTE: Adaptado de CORREA, 2012; KIM, 2010; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; NAZÁRIO, 2007; BALLOU, 1993; BOWERSOX E CLOSS, 2001; ANTT, 2008.

Apesar dos pontos positivos elencados no Quadro 2, percebe-se que há muitas desvantagens dentre elas, destaca-se o número de acidentes nas rodovias brasileiras. Em 2008, o Brasil apresentou 0,030% mortes em relação a população total, esses dados são preocupantes quando comparados com EUA e União Europeia. Nos Estados Unidos da América ocorreram 0,012% mortes por habitante. Enquanto na União Europeia foram 0,007% mortes por número de habitantes. Esses dados apontam, relativamente em relação ao número de habitantes, que a cada morte em decorrência de acidentes nos Estados Unidos da América ocorrem 2,46 mortes no Brasil e a cada ocorrência na União Europeia ocorrem 3,86 mortes no Brasil (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS, 2009).

Em estudo da CNT (2012) constatou-se que 78% das rodovias brasileiras possuem uma infra-estrutura péssima, ruim ou deficiente. Apesar de ser o meio mais utilizado no Brasil e a disponibilidade de rodovias pavimentadas ainda ser pequena.

Outra informação preocupante nessa modalidade é a segurança. No ano de 2010 foram registradas 12.850 ocorrências de roubos no território nacional,

causando um prejuízo de R\$ 880 milhões aos transportadores (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA, 2013). As principais ineficiências causadas pelo roubo de carga são: a rota utilizada para entregas urbanas, baixo uso da capacidade (por limitação do seguro), gastos com seguro e gerenciamento de risco e a perda de produtividade nas entregas, ocasionadas em virtude de procedimentos relacionados ao gerenciamento de risco (CNT, 2012).

Segundo a ANTT (2008) o Brasil possui mais de um milhão e setecentos mil quilômetros de estradas incluindo federais, estaduais e municipais, logo, como possui mais acessibilidade se torna o modal mais utilizado. A região que possui a maior malha rodoviária é a região Sudeste com mais de quinhentos e quarenta e cinco mil quilômetros de extensão. A Figura 5 apresenta a malha rodoviária existente no Brasil.

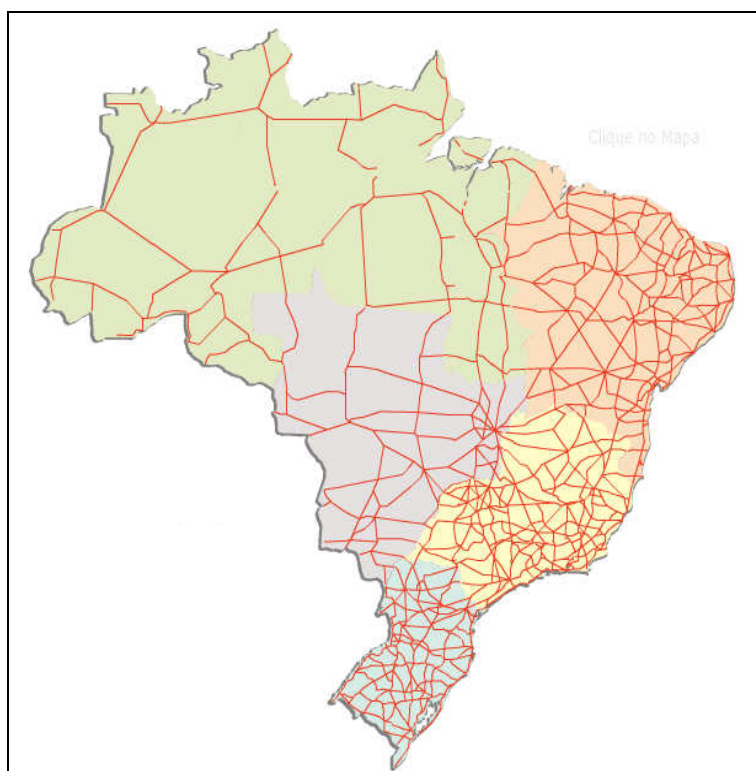


Figura 5 - Malha Rodoviária Brasileira  
Fonte: Ministério dos Transportes (2012)

Para Correa e Ramos (2010), a extensa malha rodoviária iniciou e cresceu por volta de 1940-1950, quando se imperou uma cultura 'rodoviarista',

já que a concentração econômica industrial no estado de São Paulo, ou, no Centro-Sul do País inviabilizava a integração regional via férrea. Além disso, o rodoviarismo suscitava um forte apelo econômico e moderno, contribuindo para o processo de formação de mercado e de integração nacional. O modal rodoviário automobilístico, portanto, era visto como uma revolução no padrão nacional de transportes, cruzando os ares da modernidade do século XX ao Brasil, enquanto o modal ferroviário se caracterizava como ‘coisa do passado’ (CORREA e RAMOS, 2010).

Percebe-se que o legado rodoviarista ainda persiste sob a forma de uma forte cultura de utilização deste modal, com uma consequente falta de conhecimento a respeito das vantagens e desvantagens dos outros modais. Para a CNT (2012) essa dependência rodoviária não tem paralelo entre nações de grande extensão territorial. Nos Estados Unidos, mais de 70% do transporte de cargas não utiliza rodovias. Enquanto na China, apenas 8% da produção é escoada por caminhões e no Canadá, cerca de 25% da produção utiliza este modal.

A ênfase no transporte rodoviário no Brasil ocorreu não apenas pelo fato de ser o mais adequado ao período pelo qual passava a economia brasileira – de concentração econômica e industrial na região Centro-Sul –, mas por permitir interligações diretas entre a origem e os centros de distribuição das mercadorias. Do ponto de vista das inversões de capital, ou seja, dos custos fixos iniciais, o modal rodoviário é mais barato que o ferroviário, uma vez que os investimentos em rodovias podem ser espaçados no tempo, abrindo-se, primeiramente, o caminho, em piso de terra, para posterior asfaltamento (AFONSO, 2006).

Para Baumel e Gervais (1999) os investimentos iniciais para se implantar rodovia e hidrovias são, respectivamente, 25% e 6% menores que o montante necessário para a ferrovia. No entanto, se considerada a geografia da região, englobando suas especificidades de relevo, esses valores podem se alterar, de modo a tornar o investimento inicial de uma ferrovia muito inferior ao de uma rodovia.

Christ e Ferrantino (2011) analisaram os corredores geográficos do sul da África e a relação entre o custo de exportação dos produtos agrícolas. Não



foram encontradas ligações entre a infra estrutura, a qualidade e outros recursos logísticos de modo que investimentos em rodovias melhorariam alguns aspectos como bloqueios durante o trajeto e o tempo de transporte, mas não reduziriam os custos com os modais.

Alguns meios alternativos para minimizar os custos com esse modal são percebidos no trabalho de Anandarajah McDowall e Ekins (2013) que investigou novas formas sustentáveis com base em combustíveis não fósseis no Reino Unido. Os estudos prezam pela descarbonização dos modais rodoviários, aliados à competição de tecnologia entre hidrogênio e eletricidade e surge, nesse sentido, os cenários que utilizam mais hidrogênio no setor dos transportes e que consomem menos energia elétrica e vice-versa.

Resumindo o modal rodoviário é adequado para curtas e médias distâncias, possui menor custo inicial de implantação, mas alto custo de manutenção. Oferece o serviço de entrega porta a porta, possibilita maior flexibilidade com grande extensão da malha, além disso, o tempo de entrega pode ser considerado relativamente curto e integra todos os estados brasileiros. Por outro lado emite muitos poluentes com forte impacto ambiental, possui menor segurança no transporte devido à existência de roubos de cargas e acidentes. Também possui velocidade moderada, por isso os custos se tornam altos para grandes distâncias, e permite apenas baixa capacidade de carga com limitação de volume e peso.

#### 2.4.3 Modal aquaviário

Outro modal logístico, e um dos mais antigos meios de locomoção, é aquele usado por meio de vias marítimas e fluviais. Neste meio o homem utilizava veleiros, e a partir de 1800 de barcos a vapor, sendo o motor diesel predominante utilizado a partir da década de 1920. Constitui-se do transporte em alto-mar e o transporte interno por vias navegáveis (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

As hidrovias necessitam de poucas obras para sua implantação e manutenção – como naquelas situadas em rios com grandes volumes de água e calados profundos –, então os custos do transporte hidroviário são menores do que os de outras alternativas de transporte, tais como ferrovias e rodovias,

que têm altos custos de implantação e manutenção. Porém, à medida que aumenta a necessidade de obras de implantação e manutenção e diminui a capacidade de transporte da hidrovia, então ela deixa de ser a alternativa de transporte de menores custos (LACERDA, 2004).

A cadeia aquaviária de logística possui uma estrutura heterogênea quanto à sua natureza. Os vários intervenientes - transportador, embarcadores, terminais portuários, operadores de transporte, empresas de transporte ferroviário, terminais no interior dos portos, estrada e transporte de barcaças e depósitos de contêineres, dentre outros - podem ser nomeados como agentes que tem papel inevitável na cadeia logística a ser coordenada e devem agir de modo a não comprometer toda essa cadeia (ROORDA *et al*, 2010).

Essa interação entre os agentes nesse modal também foi citado por Sanchez-Rodrigues, Potter e Naim (2010), que detectaram pontos que devem ser melhorados nessa prestação de serviços como, por exemplo, atrasos, problemas de demanda, de informação e de entrega e falta de coordenação.

Para Elbert e Walter (2010) esta estrutura contém uma distribuição elevada das tarefas e, portanto, precisa de fluxo contínuo de informações que levem a uma alta demanda de coordenação e interação entre esses atores para que o fluxo de movimentação das cargas seja suficientemente eficiente.

Esse modelo de transporte exige que o usuário esteja localizado próximo às margens ou utilize outro modal integrado, combinando as ações de uso e os fretes. Também a velocidade média é inferior ao das ferrovias, sendo o meio de transporte mais lento e a disponibilidade e confiabilidade são influenciadas por condições meteorológicas (BALLOU, 1993).

Destaca-se que o transporte marítimo é o principal tipo de transporte nas comercializações internacionais e pode transportar diversos tipos de produtos como veículos, cereais, petróleo, alimentos, minérios, combustíveis, entre outros. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012). Para as Nações Unidas (2012) o transporte marítimo é a espinha dorsal comércio internacional e um motor-chave da globalização. Cerca de 80% do comércio mundial, em volume, e mais de 70% em termos de valor é transportado por mar, sendo tratado pelos portos em todo o mundo. Essas ações são ainda maiores quando se trata de países em desenvolvimento.

A principal vantagem do transporte aquaviário é a capacidade de movimentar cargas muito grandes. Quanto aos custos este modal está situado entre o ferroviário e o rodoviário, embora as transportadoras marítimas e fluviais devam desenvolver e manter seus próprios terminais, o direito de acesso é mantido pelo governo e resulta em custos fixos moderados quando comparados com os custos da ferrovia e rodovia (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A capacidade que as vias marítimas e fluviais tem de transportar grandes volumes a um custo variável baixo faz com que esse modal de transporte seja requisitado quando se deseja obter baixas taxas de frete e quando a rapidez é questão secundária (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Em partes da Europa e nos Estados Unidos o transporte hidroviário tem importante participação na matriz total. Na União Europeia, 12% da movimentação de cargas e 7% da produção de transportes são feitos por hidrovias, que interligam Holanda, Luxemburgo, Alemanha, Áustria e Bélgica. Em regiões como Benelux e norte da França, até 43% da produção de transporte são realizados por hidrovias. Nos Estados Unidos existem 40 mil km de hidrovias navegáveis. Em 1996, aproximadamente 54% das exportações de milho e 40% das exportações de soja do país foram transportados pelas hidrovias do Mississippi e de Illinois, que também têm papel importante no transporte de fertilizantes, carvão, aço, cimento e derivados do petróleo (LACERDA, 2004).

Comparativamente percebe-se na Figura 6 a dimensão de toneladas transportadas em nossos principais rios, sendo eles o Rio Tietê, o Rio Paraná e o Rio Madeira com o Rio Mississippi, dos Estados Unidos:

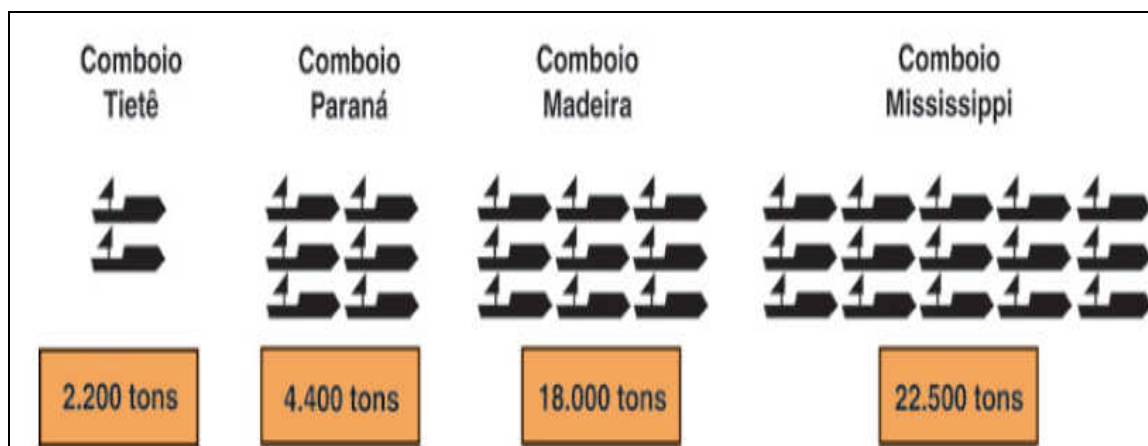


Figura 6 - Comparativo do modal hidroviário no Brasil e nos Estados Unidos  
 Fonte: Gonçalves e Martins (2009)

Com dados de 2008, a Figura 6 mostra algumas vias navegáveis brasileiras que estão subutilizadas, pois necessitam de investimentos em dragagem, balizamento e sinalização. Por conseguinte precisa-se de investimentos para suprir a expansão desse modal para que os 40.000 km de vias navegáveis existentes no Brasil sejam mais aproveitadas (GONÇALVES e MARTINS, 2009). A navegação comercial ocorre em pouco mais de 13.000 km, com significativa concentração na Amazônia, onde os rios não carecem de maiores investimentos e as populações não dispõem de muitas opções de modais terrestres (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

A participação das hidrovias na matriz de transporte de cargas é ainda modesta, cerca de 4% em 2012, quando comparada com o percentual de 58% do transporte rodoviário. Estimativas da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ apontam que, em 2012, foram transportadas pelas hidrovias brasileiras cerca de 45 milhões de toneladas de cargas/ano, enquanto o potencial identificado é pelo menos 4 vezes maior. Nesta perspectiva, a ampliação da navegação no Brasil agregaria benefícios ambientais, econômicos e sociais (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

A Figura 7 exhibe as principais vias navegáveis brasileiras e os principais portos existentes.

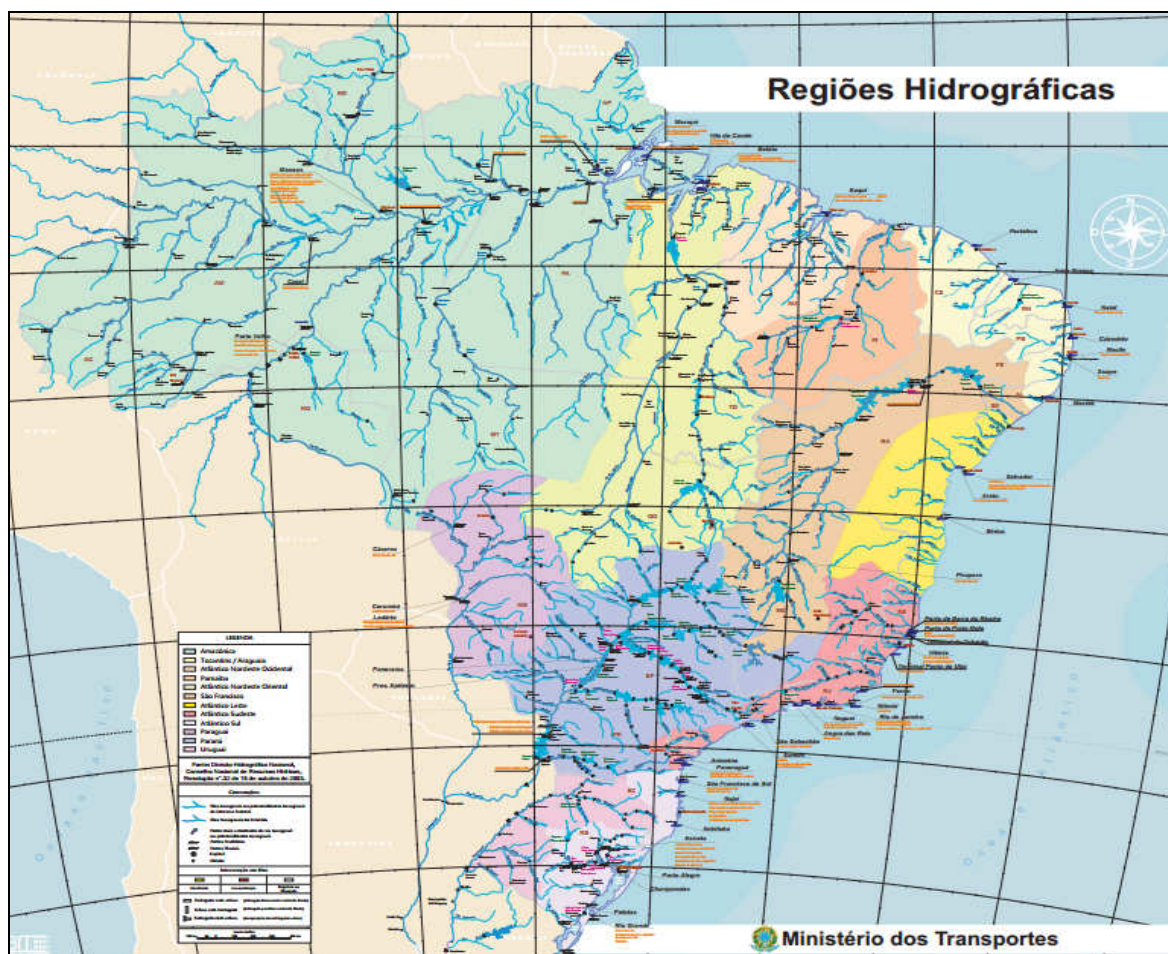


Figura 7 - Transporte hidroviário no Brasil

Fonte: Banco de Informações e Mapas de Transportes, Ministério dos Transportes (2012)

No Brasil a principal concentração dos transportes aquaviários ocorre nos portos que são áreas protegidas localizadas na beira do mar / oceano / rio destinada ao atracamento das embarcações. Segundo a Secretaria Especial dos Portos (2012), com uma costa de 8,5 mil quilômetros navegáveis, o Brasil possui um setor portuário que movimenta anualmente cerca de 700 milhões de toneladas das mais diversas mercadorias e responde, sozinho, por mais de 90% das exportações.

Em 2012, haviam 34 portos públicos marítimos sob a gestão da SEP, 18 deles são administrados diretamente pelas Companhias Docas, que são sociedades de economia mista, que têm como acionista majoritário o Governo Federal (SEP, 2012).

Para Truskauskiene (2011) o desenvolvimento das vias navegáveis e dos portos influencia consideravelmente no desenvolvimento das cidades e territórios próximos. Assim a qualidade dos transportes por vias navegáveis deve sempre ser avaliado e readequado de modo a otimizar seu uso e contribuir para o progresso econômico.

#### 2.4.4 Modal dutoviário

Existem alguns produtos que, por sua especificidade necessitam de um meio de transporte peculiar, como, por exemplo, o petróleo e o gás natural. Para esse tipo de produtos utiliza-se o transporte por dutos que são utilizados também para o transporte de produtos químicos manufaturados e para materiais a granel, além de esgoto e água nas cidades e municípios (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

O transporte por dutos oferece alta confiabilidade, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos de entrega, apesar da movimentação ser extremamente lenta. A disponibilidade dos dutos é limitada apenas por seu emprego por outros usuários e, além disso, os danos e perdas são baixíssimos, pois geralmente são líquidos e gases que não possuem o mesmo grau de especificidade dos produtos manufaturados (BALLOU, 1993).

Os dutos têm sido um mecanismo eficiente para o transporte de derivados de petróleo a longas distâncias a baixos custos. Eles propiciam a conexão entre as fontes e os destinos, conectando, por exemplo, as refinarias aos centros de distribuição (REJOWSKI e PINTO, 2003). A desvantagem da implementação do transporte dutoviário é o seu alto investimento inicial, entretanto os custos de operação são baixos quando comparados a outros modais. Além disso, os dutos têm alta confiabilidade, conforme narram SASIKUMAR *et al* (1997).

O desenvolvimento do modal dutoviário iniciou-se no Brasil a partir dos anos 50, evoluiu gradativamente nos anos 60, tendo apresentado importante incremento na década de 70 e início da década de 80. Nos anos 2000 a participação dutoviária na matriz nacional de transporte de carga não sofreu variações representativas, mantendo-se próxima a 4,5% (GEIPOT, 2004).

Confirmando os dados anteriores, para Nazário (2007) os transportes por dutos no Brasil correspondem a 4,4% da matriz de transporte, isso ocorre em virtude dos custos fixos altos e da necessidade de controle das estações, além da capacidade de bombeamento. Outra característica negativa é que os dutos não são flexíveis e são limitados quanto aos produtos que podem transportar.

A movimentação por dutos é bastante lenta. Em compensação, o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana. Com relação ao tempo de trânsito, o transporte dutoviário é o mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade no tempo de entrega. Danos e perdas de produtos em dutos são baixos, pois líquidos e gases não estão sujeitos a danos no mesmo grau que produtos manufaturados, e a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação dutoviária é limitada. Há responsabilidade legal por danos ou perdas, uma vez que dutos têm o mesmo status que transportadores regulares, mesmo que muitos deles sejam de operação própria (DEMARIA, 2004).

#### 2.4.5 Modal aéreo

Por fim, o transporte aéreo é mais novo tipo de transporte, porém menos utilizado. No Brasil seu uso representa apenas 0,3% do total da matriz de transportes (NAZÁRIO, 2007). A vantagem desse tipo de transporte é a rapidez de entrega das cargas. Uma carga que percorre costa a costa, por via aérea, requer apenas algumas horas de voo, em contraste com outros tipos de transporte, que levam dias para chegar a seu destino, como o caso do transporte rodoviário (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A disponibilidade e a confiabilidade do serviço aéreo podem ter relação direta com as condições meteorológicas. A variabilidade do tempo de entrega é baixa, apesar de o tráfego aéreo ser bastante sensível a falhas mecânicas e condições.

Sua capacidade é restrita pelas dimensões físicas dos porões de carga e pela capacidade de carga dos aviões, porém existem aeronaves maiores que podem diminuir essa restrição (BALLOU 1993). Outra restrição é explicitada por TAO, ZHANG e WU (2011), num estudo em Xangai – China, que expôs o

alto consumo de combustível das aeronaves e a integração que o modal aéreo deve ter, pois depende de outros modais logísticos.

Entre os assuntos investigados nas pesquisas recentes sobre o modal aéreo estão: gerenciamento (29,7%), aeroportos (21,6%), passageiros (11,9%), regulação (8,5%), ambiente (5,4%), dentre outros menos representativos. O estudo de Ginieis, Sánchez-Rebull e Campa-Planas (2012) examinou os interesses acadêmicos nas pesquisas relacionadas ao transporte aéreo. Foram analisados um mil e cinquenta e nove artigos, entre 1997 e 2009, constantes em uma série de periódicos de língua inglesa. Complementam ainda que o modal aéreo contribui significativamente para o desenvolvimento econômico e social de um país, permitindo a expansão de empresas, o acesso a outros mercados, além de estimular o investimento estrangeiro e gerar intercâmbios culturais e sociais.

O estímulo para o uso desse modal no Brasil ainda é restrito, tendo em vista a infraestrutura dos aeroportos que, se melhoradas, poderiam aumentar a eficiência operacional de maneira a processar mais cargas. Dessa maneira, um estudo do BNDES (2010) intitulado “Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil” propõe algumas alternativas de baixo custo para aumento da capacidade nos aeroportos. Na Figura 8 está apresentada a situação dos aeroportos brasileiros em termos transporte de cargas.



### O transporte de cargas pelo modal aéreo também apresenta limitações em alguns aeroportos

Detalhamento TECA

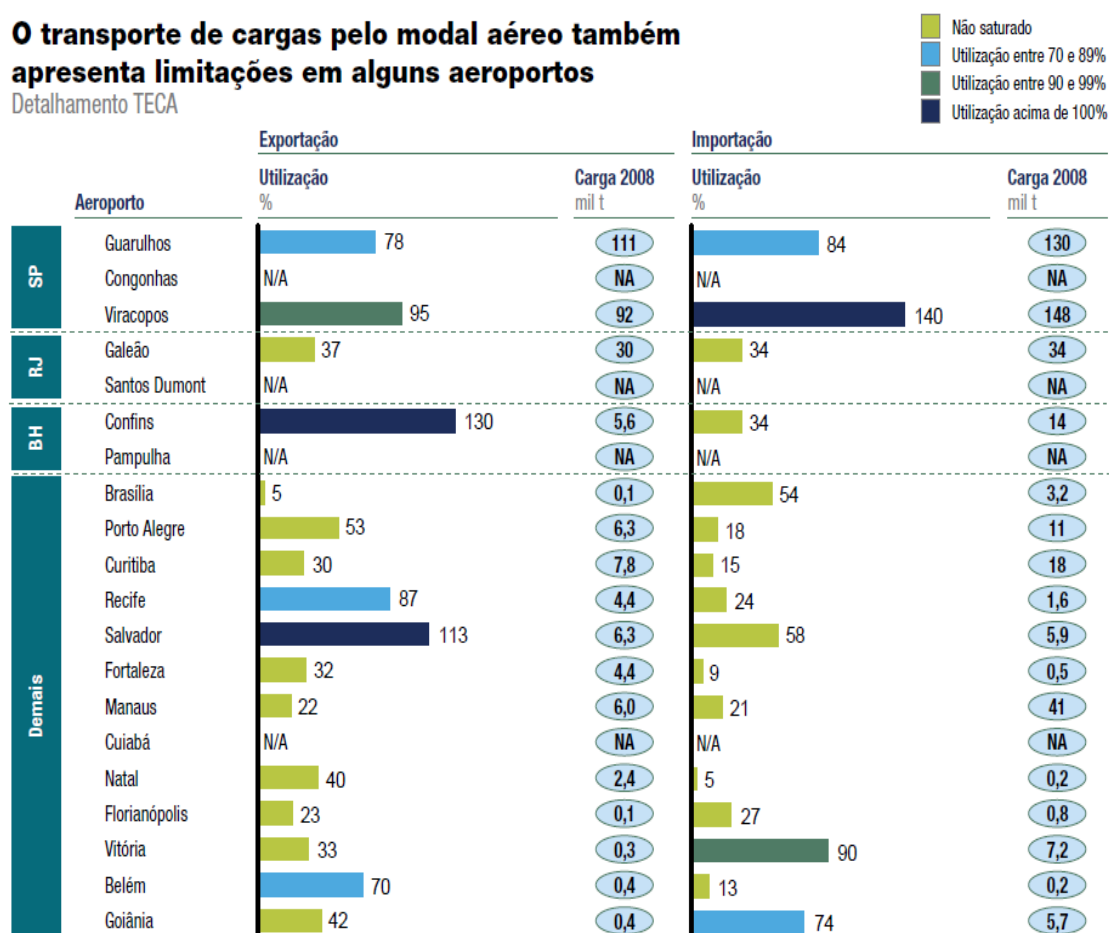


Figura 8 - Limitações dos aeroportos brasileiros  
Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil - 2010

Percebe-se na Figura 8 que vários aeroportos brasileiros não utilizam totalmente a capacidade oferecida por esse modal, como percebe-se nos aeroportos de Guarulhos, Recife, Belém e Goiânia, nos quais as taxas de utilização não passam de 89%. Por outro lado os aeroportos de Viracopos e Salvador trabalham com demanda acima da capacidade adequada.

Heinen, Diehl e Alves (2012) analisaram a eficiência ambiental na aviação civil brasileira. Utilizando a análise envoltória de dados constataram que é possível uma redução de 226 GgCO<sub>2</sub> de gás carbônico para o transporte de passageiros e de 60,62 GgCO<sub>2</sub> para o transporte de carga. As empresas analisadas foram responsáveis por 2,3% do total de emissões no Brasil em 2010.

Dentre as medidas propostas para estimular e otimizar o uso do modal aéreo estão a redução do tempo de permanência da carga, a redistribuição de

áreas entre os terminais de importação e exportação, a redistribuição de áreas entre os componentes de cada terminal e o aumento de altura de armazenagem (BNDES, 2010).

## 2.5 VARIÁVEIS DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA

Primeiramente para comparação entre os meios apresentados, são elencados cinco itens que permitem uma análise das características operacionais de cada transporte, sendo eles: velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A velocidade refere-se ao tempo de movimentação em dada rota, também conhecido como *transit time*, sendo o modal aéreo o mais rápido de todos (NAZÁRIO, 2007). Porém, para a finalidade de medir corretamente o desempenho do transportador, é melhor medir o tempo de entrega porta a porta, mesmo que mais de um modal esteja envolvido (BALLOU, 1993).

A disponibilidade é a capacidade que um modal tem de atender a qualquer origem-destino de localidades. As transportadoras rodoviárias apresentam a maior disponibilidade, já que conseguem dirigir-se diretamente para os pontos de origem e destino, caracterizando um serviço diferenciado (NAZÁRIO, 2007).

A confiabilidade decorre da possibilidade de alterações nas programações de entrega esperadas ou divulgadas. Em virtude de seu serviço contínuo e da baixa possibilidade de interferência das condições do tempo e de congestionamento, os dutos ocupam lugar de destaque nesse quesito (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A capacidade refere-se à possibilidade de um modal de transporte de lidar com qualquer requisito de transporte, como tamanho e tipo de carga. O transporte realizado pela via marítima/fluviál é o mais indicado para essa tarefa. Por último a frequência depende da quantidade de movimentações programadas, novamente os dutos lideram esse item em virtude de seu serviço contínuo entre dois pontos (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Analisando as características citadas percebe-se que as variáveis da eficiência estão relacionadas ao custo (itens como a mão-de-obra, os custos diretos, a capacidade, dentre outros) ou inerentes à variável tempo como a

frequência, as movimentações, as condições meteorológicas e a disponibilidade.

## 2.6 ESTUDOS RELACIONADOS

Gillen e Lall (1997) aplicaram a técnica de análise envoltória de dados (DEA) para aeroportos e seus terminais, respectivamente, sendo que o objetivo principal foi analisar a eficiência da produção de aeroportos, visando 21 dos top-30 constantes no ranking de aeroportos dos EUA, que eram diferentes em termos de propriedade e características financeiras e operacionais. Para essa pesquisa utilizaram como variáveis de entrada o número de pistas, o número de empresas, a área dos terminais, número de funcionários, número de coleta de cargas e a área total do aeroporto, sendo que as variáveis de saída foram o resultado anual da movimentação de cargas e o tipo de serviço do voo, sendo regular ou irregular.

A análise da eficiência também foi realizada por Sarkis (2000) tendo como amostra 44 grandes aeroportos nos EUA. As variáveis de entrada desta pesquisa foram a despesa, o número de funcionários, o número de empresas, bem como o número de pistas. E as variáveis de saída foram o lucro financeiro, a frequência do serviço, e o número de passageiros e cargas transportadas. Como resultado da verificação das correlações entre a eficiência operacional e os fatores externos e características de aeroportos altas correlações foram encontradas.

De Sousa Júnior, Nobre Júnior e Prata (2009) avaliaram a eficiência dos portos nordestinos brasileiros, primeiramente aplicando a técnica DEA para a movimentação dos contêineres, utilizando como variável de entrada a área total e como variável de saída a unidade TEU que é uma medida correspondente a 20 pés (Twenty-foot Equivalent Unit). Posteriormente mediram a movimentação de cargas por meio das variáveis 'berço' e 'calado' para entrada e a 'quantidade movimentada' para saída.

Também analisando os portos, Silva et al (2011) realizaram uma análise exploratória da eficiência produtiva nos portos brasileiros, para tanto utilizaram os seguintes itens como insumos: a largura e profundidade das bacias de navegação, dos canais de acesso e dos cais existentes; sendo os produtos da

análise os contêineres (em unidade, toneladas e TEU's) e a carga geral movimentada.

Martin-Cejas (2002) mediu a eficiência técnica em 37 aeroportos da Espanha, utilizando-se da técnica DEA. Despesas de capital, as taxas de mão de obra, e as despesas de instalação foram usadas como variáveis de entrada, e a frequência do serviço de voo anual, de movimentação anual de passageiros, e o resultado anual de movimentação de carga foram utilizados como variáveis de saída.

Taliani e Escobar (2008) apresentaram um estudo utilizando DEA com o objetivo de descrever as características de um grupo de empresas de transporte rodoviário de cargas, nas províncias espanholas de Madrid e Guadalajara, com objetivo de avaliar a eficácia técnica e as limitações dessa eficiência entre os anos de 2004-2006. Como variáveis de saída eles usaram os números inerentes às vendas, e como insumos foram empregados a entrada de materiais primários, os gastos com pessoal, as depreciações e amortizações e outras despesas inerentes à apuração do resultado como custos indiretos e despesas. O objetivo principal foi a otimização da estrutura de custos dessas empresas.

Odeck (2008), para analisar o transporte rodoviário de passageiros, utilizou os insumos referentes a capital, representado pela capacidade do modal, trabalho, representado pelo número de horas e energia, sendo constituído pelo consumo de combustíveis. Como variáveis de saída desse estudo, utilizou-se das seguintes medidas: número de passageiros, quilômetros rodados, e ainda uma correlação entre essas variáveis, o estudo ocorreu entre 1995 e 2002 e foram analisadas dezessete empresas da região de Romsdal, na Noruega.

Para avaliar a eficiência ambiental na aviação civil, os autores Heinen, Diehl e Alves (2012) avaliaram a emissão de GgCO<sub>2</sub>. Para tanto, utilizaram como variáveis de entrada a frota, o custo com funcionários em terra e funcionários em voo e o consumo de combustível. Como produtos foram usados o transporte de passageiro por quilômetro, a tonelada quilômetro utilizada paga e o número de horas terra. Os autores constataram que é possível a redução de 226 GgCO<sub>2</sub> para as empresas do transporte de

passageiros, representando redução de 0,047% do total nacional. Para o transporte de carga é possível a minimização de 60,62 GgCO<sub>2</sub>, representando redução de 0,01% a nível nacional.

Na União Europeia, Savolainen (2007) avaliou a eficiência dos modais ferroviário, rodoviário e hidroviário. A análise foi delineada em um nível macro econômico, coletando dados por meio das bases governamentais dos países que compõem a União Europeia. Utilizou-se da técnica da análise envoltória de dados (DEA) para avaliar a eficiência de cada país e seus modais. O estudo não encontrou diferenças significativas entre os modais ferroviário e aéreo, porém as ferrovias apresentam variações da eficiência técnica entre os países. As variáveis investigadas foram capacidade, números de linhas/modais, mão-de-obra direta e indireta, sendo a variável de saída sempre relacionada aos volumes transportados.

Para facilitar a visualização segue Quadro 3 com os principais estudos de eficiência ligados à logística e à contabilidade gerencial:

<b>Autor / Ano</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Resultado</b>
Gillen e Lall (1997)	Avaliar a eficiência e o desempenho dos aeroportos nos EUA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de pistas</li> <li>- número de empresas</li> <li>- área dos terminais</li> <li>- número de funcionários</li> <li>- número de coleta de cargas - área total do aeroporto</li> <li>- resultado anual da movimentação de cargas</li> <li>- tipo de serviço do voo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A expansão do número de companhias amplia a eficiência.</li> <li>- A redução do número de coletas tem grande impacto na eficiência sendo o fator mais importante na análise.</li> <li>- A receita também interfere na eficiência porém quando há redução o aeroporto consegue absorver tal impacto.</li> </ul>
Sarkis (2000)	Avaliar a eficiência em 44 aeroportos dos EUA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- despesa</li> <li>- número de funcionários</li> <li>- número de empresas</li> <li>- número de pistas</li> <li>- lucro</li> <li>- frequência do serviço</li> <li>- número de passageiros</li> <li>- cargas transportadas</li> </ul>	Altas correlações foram encontradas como resultado da verificação das correlações entre a eficiência operacional e os fatores externos e características de aeroportos
Taliani e Escobar (2008)	Avaliar a eficácia técnica e as limitações da eficiência de empresas rodoviárias entre os anos de 2004-2006.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vendas.</li> <li>- materiais primários</li> <li>- gastos com pessoal</li> <li>- depreciações</li> <li>- outras despesas inerentes à apuração do resultado como custos indiretos e despesas</li> </ul>	O tamanho das empresas (ativos) influencia na eficiência. A estrutura de custos pode ser melhorada em todos os aspectos. Potenciais de melhoria na geração de receitas
Odeck (2008)	Analisar a eficiência do transporte rodoviário de passageiros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacidade do modal</li> <li>- número de horas</li> <li>- despesas com combustíveis</li> <li>- número de passageiros</li> <li>- quilômetros rodados.</li> </ul>	Empresas que passaram por processos de fusão melhoraram sua eficiência. Existe um grande potencial para melhorias da eficiência.
Savolainen (2007)	Avaliar conjuntamente a eficiência dos modais ferroviário, rodoviário e hidroviário no Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacidade</li> <li>- números de linhas/modais</li> <li>- mão-de-obra direta e indireta</li> <li>- volumes transportados</li> </ul>	Os resultados da análise mostram que as diferenças de eficiência existem principalmente em operações ferroviárias, mas a especialização entre os atores é existente em ambos os subsectores de transporte.
Heinen, Diehl e Alves (2012)	Analisar a eficiência técnica ambiental das empresas aéreas brasileiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionários voo</li> <li>- Funcionários terra</li> <li>- Frota</li> <li>- Consumo de combustível</li> <li>- Horas terra</li> <li>- Passageiro quilômetro pago transportado (RPK)</li> <li>- Tonelada quilômetro utilizada paga (RTK)</li> </ul>	Para o transporte de passageiros as empresas mais eficientes são Azul, Tam, Webjet, Gol e para o transporte de cargas são Absa e Master Top. Quanto a análise ambiental foi verificado que é possível a redução de 286,62 GgCO <sub>2</sub> do total de emissões.

Quadro 3 – Principais estudos contemporâneos de avaliação da eficiência em logística

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Além do breve resumo relacionado aos estudos de eficiência no setor logístico, apresentado no Quadro 3, cabe salientar que alguns estudos contendo a análise de eficiência contemplam indicadores contábeis a fim de identificar uma eficiência relacionada a avaliação do desempenho. Exemplo desse uso são os estudos de Casa Nova (2002) e Rodrigues Junior (2012) que utilizaram variáveis como liquidez, rentabilidade, valor do ativo, dentre outras para avaliar a eficiência de empresas listadas no mercado de ações.

### 3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico pode ser definido como a escolha dos caminhos e instrumentos utilizados para realizar a pesquisa científica. A metodologia, além de uma descrição formal de técnicas e métodos a serem utilizados na pesquisa, indica a opção que o pesquisador fez no quadro teórico para determinada situação prática do problema objeto de pesquisa (BEUREN, 2008).

A partir da ideia delineada no parágrafo anterior, divide-se o presente capítulo em três tópicos principais, sendo eles, os procedimentos da pesquisa abordando as principais tipologias, os procedimentos de coleta de dados e por fim os procedimentos para o tratamento dos dados a partir das variáveis e métodos adotados.

#### 3.1 PROCEDIMENTOS/TIPOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa trata-se de uma *survey* da eficiência das atividades logísticas relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas por meio da análise envoltória de dados (DEA). O trabalho propõe uma análise nas atividades logísticas de modo a evidenciar a eficiência operacional das atividades logísticas no Brasil e, dadas as variáveis escolhidas, contemplar os vários modais em uma análise comparada. Alguns passos ou procedimentos tiveram de ser adequados como a exclusão de algumas atividades que não utilizam o modal para sua finalidade principal, dentre elas estão as atividades ligadas ao modal dutoviário e as atividades de correios.

A pesquisa possui natureza quantitativa, pois busca uma maior estratégia para compreender a realidade de determinada população. Para Richardson (2008) o método quantitativo é aplicado nos estudos que procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como nos que investigam a relação de causalidade entre fenômenos.

O desenho de pesquisa é apresentado na Figura 9, explicitando a análise da eficiência entre as atividades logísticas.





Figura 9 - Desenho de pesquisa

Fonte: O autor (2014)

A Figura 9 explicita que, com determinado conjunto de variáveis de entrada e, a partir da seleção de variáveis de saída, é possível averiguar a atividade logística mais eficiente do Brasil. Isto posto a pesquisa quantitativa orienta o presente estudo no sentido de fornecer uma investigação sobre essa situação, permitindo ainda a comparação entre as atividades que utilizam predominantemente os modais logísticos.

Esta pesquisa quantitativa adota uma posição epistemológica e ontológica baseada no positivismo, pois busca a explicação dos fenômenos a partir de suas relações. Por conseguinte é imprescindível a existência de uma teoria para nortear as observações (BRYMAN, 2012). Em específico, a compreensão das atividades de cada modal e suas variáveis que impactam na eficiência são essenciais, pois oferecem a interpretação daquela realidade investigada que é a interação dos atores sociais que compõem ou influenciam no modal averiguado.

Também é classificada como descritiva, para Gil (2002) a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos do mundo físico e especialmente do mundo humano (variáveis) sem manipulá-los. Esse tipo de pesquisa exige do pesquisador certo grau de responsabilidade para que possua validade científica (COOPER e SCHINDLER, 2003).

As demais classificações pertinentes a essa pesquisa são percebidas no Quadro 4:

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO
Nível de elaboração da questão de pesquisa	▪ <u>Estudo descritivo</u>
Método de coleta de dados	▪ <u>Levantamento</u>
O poder do pesquisador de produzir efeitos nas variáveis que estão sendo estudadas	▪ <u>Ex post facto</u>
Objetivo do estudo	▪ <u>Descritivo</u>
Dimensão de tempo	▪ <u>Transversal</u>
Ambiente de pesquisa	▪ <u>Ambiente de campo</u>
As percepções das pessoas sobre a atividade de pesquisa	▪ <u>Rotina real</u>

Quadro 4 - Classificações e tipologias de pesquisa

Fonte: Adaptado de Cooper e Schindler, 2003

Desse modo, percebe-se que a pesquisa se propõe a entender uma realidade social tratando da eficiência das atividades logísticas. Além da natureza quantitativa já mencionada e da classificação descritiva, o estudo trata de dados passados, não interferindo na realidade averiguada. O corte temporal foi transversal, pois foram coletados dados referentes à natureza de cada atividade logística num dado momento. Por fim, as variáveis serão tratadas de modo a retratar a realidade da amostra.

### 3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados consiste no processo de levantamento de dados necessários à resolução dos problemas apontados e na indicação de meios para atingir os objetivos propostos (BRYMAN, 2012).

Diante das variáveis exploradas no referencial teórico, são delineadas quais delas farão parte da pesquisa de eficiência nos modais. Como busca de padronização são necessários alguns entendimentos.

Primeiramente, com base nos achados de Rodrigues Júnior (2012) e Casa Nova (2002), para alinhar a pesquisa ao escopo da contabilidade gerencial verifica-se que é possível uma análise de eficiência com a escolha de indicadores que tenham relação direta com a contabilidade gerencial, ou seja, que possam ser facilmente extraídos dos dados contábeis. Logo, corroboraram na fase de definição das variáveis os trabalhos relacionados no Quadro 3 (Estudos relacionados).

Procedeu-se então a formatação das variáveis do estudo, conforme o referencial examinado. Dessa forma o Quadro 5, contém além dos constructos

da pesquisa, as variáveis de primeira e segunda ordem que foram necessárias para o desenvolvimento da análise da eficiência.

Constructo de 1ª ordem	Constructo de 2ª ordem	Variáveis	Variáveis de 2ª ordem	Referencial teórico empírico
Eficiência	Ferroviário	Contábil; Gerencial	- Aquisição de ativos - Aquisição transportes - Gastos com pessoal - Custos e combustíveis - Número funcionários - Receita	BALLOU (1993) BERTOLOTO E MELLO (2012) BLOWERSOX E CLOSS (2001) CASA NOVA (2002)
		Econômica	- Número empresas	CORREA (2012)
	Rodoviário	Contábil; Gerencial	- Aquisição de ativos - Aquisição transportes - Gastos com pessoal - Custos e combustíveis - Número funcionários - Receita	CORREA E RAMOS (2010) DELIVAND, BARZ e GHEEWALA (2011) GUEDES, PENNA E GUERREIRO (2000)
		Econômica	- Número empresas	HEINEN, DIEHL E ALVES (2012)
	Aéreo	Contábil; Gerencial	- Aquisição de ativos - Aquisição transportes - Gastos com pessoal - Custos e combustíveis - Número funcionários - Receita	KIM (2010) LI, YU, ZENG e HOLST (2012) NAZÁRIO (2007) ODECK (2008)
		Econômica	- Número empresas	RODRIGUES JUNIOR (2012)
	Aquaviário	Contábil; Gerencial	- Aquisição de ativos - Aquisição transportes - Gastos com pessoal - Custos e combustíveis - Número funcionários - Receita	SAVOLAINEN (2007) SILVA <i>et. al.</i> (2011) TALIANI e ESCOBAR (2008)
		Econômica	- Número empresas	TAO, ZHANG, WU (2011)

Quadro 5 - Constructos e variáveis da pesquisa

Fonte: O autor (2014)

O modal dutoviário foi excluído em virtude de sua função de produção estar dissonante dos demais modais. Os dutos possuem características específicas, pois não necessitam de gastos com combustíveis e mão-de-obra para realizar suas movimentações de carga.

Assim, no quadro 5 foram descritos os constructos relacionados as atividades desempenhadas pelos quatro modais que tem por característica primária a movimentação e que essa movimentação exige um modal específico e que terá distinções em relação a gastos combustíveis, mão-de-obra e outros.

Sabendo que qualquer análise de eficiência exige uma classificação entre variáveis de entrada e saída (insumos e produtos) segue Quadro 6 com a segregação das variáveis apresentadas, uma breve explicação das mesmas e as referências que foram utilizadas como base para escolha das variáveis:

E/S	Variáveis	Sigla Utilizada para Identificação	Composição das variáveis	Referencial teórico empírico
<b>Entrada</b>	Aquisição de ativos	AQUIS_ATV	Refere-se ao total de aquisição de ativos como terrenos, edificações, máquinas, equipamentos, instalações e outros ativos exceto meios de transporte.	- MARTIN-CEJAS (2002) - URI (2001)
	Aquisição de meios de transporte	AQUIS_TRANSP	Total de aquisições de meios de transporte durante o período analisado.	- MARTIN-CEJAS (2002) - URI (2001)
	Gastos com pessoal	MOD	Compreende os valores totais de salários e gratificações bem como outros valores dentre eles participação nos lucros e resultados, contribuição previdenciária, FGTS, previdência privada, indenizações, outros benefícios e PIS.	- SARKIS (2000) - TALIANI E ESCOBAR (2008) - SAVOLAINEN (2007) - HEINEN, DIEHL E ALVES (2012) - LI, YU, ZENG e HOLST (2012)
	Custos	CUSTOS	Custos dos serviços, materiais de consumo e outros gastos exceto combustíveis.	- SARKIS (2000) - TALIANI E ESCOBAR (2008); - LI, YU, ZENG e HOLST (2012)
	Número funcionários	NUM_FUNC	Número de funcionários das empresas em 31/12 de cada exercício, inclusos funcionários assalariados, não-assalariados, cooperados e membros das famílias proprietárias das organizações.	- GILLEN E LALL (1997); - SARKIS (2000); - HEINEN, DIEHL E ALVES (2012)
	Combustíveis	COMB	Total de custos com combustíveis no período analisado.	- TALIANI E ESCOBAR (2008) - ODECK (2008) - DELIVAND, BARZ E GHEEWALA (2011) - LI, YU, ZENG e HOLST (2012)
	Número empresas	NUM_EMPR	Total de empresas investigadas em cada exercício e constante na base de dados do IBGE na atividade logística correspondente.	- GILLEN E LALL (1997); - SARKIS (2000) - SILVA ET AL (2011)
<b>Saída</b>	Receita	RECEITA	Receita Operacional Líquida ( <i>proxy</i> utilizada em substituição ao volume transportado)	- TALIANI E ESCOBAR (2008)

Quadro 6 – Explicação das variáveis da pesquisa

Fonte: adaptado de IBGE (2013)

No Quadro 6 percebe-se que com relação às variáveis contábil/gerencial, foram elencados itens como gastos com pessoal, número de

funcionários, gastos com combustíveis e também os demais custos evidenciados no processo logístico, bem como a receita gerada pela atividade do modal. Também foram incluídos os valores de aquisição de ativos e de transporte, essa aquisição é necessária para renovação da frota e para que ocorra a atividade final de transporte de cargas, contribuindo para a movimentação. Por fim, a variável econômica ‘número de empresas’ foi incluída para balizar ou ponderar os resultados, haja vista que as outras variáveis são resultantes de informações dos valores totais das empresas existentes ou pesquisadas em determinado ano pelo IBGE.

A variável inerente ao volume de carga transportada (presente em inúmeros trabalhos que analisaram a eficiência individual de cada modal (SARKIS. 2000; GILLEN E LALL, 1997; ODECK, 2008; SAVOLAINEN, 2007; MARTIN-CEJAS, 2002; DE SOUZA JUNIOR, NOBRE JUNIOR e PRATA, 2009; SILVA *ET AL*, 2011)) não foi utilizada, pois é coerente, por exemplo, que o modal ferroviário irá transportar maior quantidade que o modal aéreo, este último limitado pelo tamanho dos porões dos aviões. Como *proxy* para esta variável utilizou-se a ‘receita operacional líquida’ que possui relação direta com os volumes transportados.

Essa afirmação está presente nos quadros de vantagens e desvantagens e no corpo do texto apresentado no referencial teórico. Assim, a pesquisa se concentrou apenas em dados comparáveis entre as atividades logísticas e também adequados ao entendimento contábil gerencial comum, resultante das demonstrações contábeis e de informações gerenciais que podem também, proporcionar uma análise de eficiência. Dessa forma foi incluída a variável ‘Receita’ que possui correlação direta com o volume transportado (*proxy*), pois quanto mais cargas o modal transportar maior serão suas receitas.

As variáveis foram coletadas do seguinte modo:

a) Primeiramente fez-se o acesso ao site do IBGE, escolhendo a opção Sidra que é o Sistema IBGE de Recuperação Automática, nesta seção foi selecionado o link de Pesquisa Anual de Serviços.

b) Assim visualiza-se a seção que contempla as atividades de transporte e serviços auxiliares (de acordo com CNAE - Código Nacional de Atividade

Econômica - 2.0), na qual tem-se disponibilizadas as diversas variáveis que estão presentes nas pesquisas anuais do IBGE, dentre elas aquelas escolhidas no quadro 6.

c) Posteriormente, escolhe-se as variáveis que desejam ser extraídas e também o período compreendido, assim o próprio sistema do IBGE gera a base de dados de acordo com o que foi selecionado, dando a opção para gerar os dados em Excel®, o que facilitou o acesso aos dados das atividades.

d) Os dados retornados da pesquisa na base de dados correspondem a valores totais de empresas que compõem a amostra da pesquisa anual que o IBGE realiza com diversas empresas e diversos setores econômicos. São valores agregados resultantes do somatório de valores pesquisados em diversas regiões, municípios, empresas, que são classificados de acordo com a tabela de códigos de atividade.

Após a coleta, ocorreu a organização da base de dados, pois alguns dados coletados não foram utilizados, como daquelas atividades relacionadas ao transporte dutoviário e também àquelas relacionadas aos correios, sendo que estas atividades não possuem relação com o estudo, que contempla atividades em que há o transporte via deslocamento do modal logístico.

### 3.2.1 População

A população da pesquisa foi composta por atividades relacionadas a cada modal logístico. Foi selecionada por acessibilidade de dados e composta de modo que o estudo contemple pelo menos uma investigação de cada atividade logística, sendo as atividades relacionadas ao transporte de cargas. Segue Quadro 7 com as atividades pesquisadas:

<b>Modal</b>	<b>Atividade</b>
Modal Ferroviário	1. Transporte ferroviário de carga
Modal Rodoviário	2. Transporte rodoviário de cargas
Modal Aquaviário	3. Cabotagem e longo curso
	4. Navegação interior
	5. Navegação de apoio
	6. Outros tipos de transporte aquaviário
Modal Aéreo	7. Transporte aéreo de cargas
Atividades Auxiliares	8. Movimentação e armazenagem de cargas
	9. Atividades auxiliares aos transportes terrestres
	10. Atividades auxiliares aos transportes aquaviários
	11. Atividades auxiliares aos transportes aéreos
	12. Atividades organizadoras do transporte de cargas

Quadro 7 – População da pesquisa

Fonte: IBGE (2013)

Não há recorte na população, pois todas as atividades que utilizam um modal para auxiliar em suas atividades foram contempladas neste estudo. Logo, não há presença de atividades ligadas, por exemplo, ao modal dutoviário, no qual a força motriz é o imobilizado ou até mesmo a força gravitacional, não havendo deslocamento do modal no desempenho dessa atividade.

Ainda com relação ao quadro 7 percebe-se que foi necessário incluir na análise as atividades auxiliares dos modais, pois sem as mesmas, o objetivo do modal que é o transporte, movimentação e armazenagem das cargas não pode ser cumprido. Dessa forma, tem-se também uma classe com as atividades auxiliares.

As atividades escolhidas para esta pesquisa e elencadas no Quadro 7 foram elegidas por acessibilidade por meio do site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cabe ressaltar ainda que foram coletadas as informações inerentes às atividades compostas por empresas com vinte ou mais funcionários junto ao banco de dados agregados **Sidra** (Sistema IBGE de Recuperação Automática).

Como nota-se no Quadro 7, foram encontrados os dados de 12 (doze) atividades inerentes à movimentação de cargas e escolhidas por meio do CNAE (Código Nacional de Atividade Econômica), sendo que essas unidades foram a base do estudo e da análise de eficiência individual e também permitindo comparações entre as mesmas.

A partir do site do IBGE foi possível a coleta dos dados no recorte temporal de 5 anos, sendo de 2008 a 2012. A amostra delineada no Quadro 6 é composta de valores totais coletados de várias empresas investigadas pelo IBGE. Segue Tabela 1 com o número de empresas abrangidas pelas atividades mencionadas:

Tabela 1 – Número de empresas por atividade e ano.

Modal	Atividade	2008	2009	2010	2011	2012
Modal Ferroviário	1. Transporte ferroviário de carga	9	11	12	13	13
Modal Rodoviário	2. Transporte rodoviário de cargas	5.098	4.492	4.863	5.206	5.805
Modal Aquaviário	3. Cabotagem e longo curso	25	21	25	27	26
	4. Navegação interior	71	63	67	66	73
	5. Navegação de apoio	53	52	58	67	70
	6. Outros tipos de transporte aquaviário	26	24	29	27	27
Modal Aéreo	7. Transporte aéreo de cargas	16	15	16	17	16
Atividades Auxiliares	8. Movimentação e armazenagem de cargas	608	578	627	697	744
	9. Atividades auxiliares aos transportes terrestres	629	701	737	825	887
	10. Atividades auxiliares aos transportes aquaviários	243	208	224	218	220
	11. Atividades auxiliares aos transportes aéreos	101	67	64	68	77
	12. Atividades organizadoras do transporte de cargas	473	423	448	450	481
	<b>TOTAL</b>	<b>7.352</b>	<b>6.655</b>	<b>7.170</b>	<b>7.681</b>	<b>8.439</b>
	<b>MÉDIA</b>	<b>7.459</b>				

Fonte: IBGE (2013)

Os cálculos de eficiência foram realizados com valores totais, pois o IBGE não fornece informações individuais das empresas, assim a tabela 1 é apresentada para evidenciar que, analisando os dados globais de doze atividades num recorte temporal de 5 anos, analisa-se indiretamente mais de seis mil empresas por ano. Desse modo, as 12 atividades que são amostra da pesquisa correspondem aos dados totais de 7.459 empresas. As doze atividades alvo do estudo estão divididas nos quatro modais logísticos e ainda classificadas em uma classe de atividades de apoio aos demais modais.



### 3.3 PROCEDIMENTOS DE TRATAMENTO DOS DADOS

Para análise da eficiência fez-se uso da técnica estatística da Análise Envoltória de Dados (DEA), sendo um método não paramétrico, para processar fatores e estabelecer a atividade logística mais eficiente, por meio de escores. Como o foco principal de análise concentra-se na avaliação de eficiência foram utilizadas as variáveis já apresentadas.

A avaliação da eficiência por meio da DEA foi realizada nos quatro modais logísticos: rodoviário, ferroviário, aéreo e aquaviário e ainda nas atividades de apoio à logística. Desse modo, a Análise Envoltória de Dados (DEA) apresenta-se como ferramenta adequada para a comparação da eficiência dos modais, pois compara grupos de unidades de serviços especificamente por meio do *mix* das entradas e saídas de indicadores (MACEDO e BENGIO, 2003). Esse estudo teve a finalidade de identificar as atividades eficientes, visando apresentar uma classificação entre elas e assim contribuir para o uso dos modais logísticos pelas organizações.

Ao analisar pesquisas clássicas na área, obtêm-se o estudo de Farrell (1957), que considera a eficiência como o processo em que uma unidade (nesse estudo as atividades logísticas) consegue produzir o maior *output* dado certo *mix de inputs*, identificando assim a eficiência alocativa. De forma oposta, a 'não-eficiência' pode ser associada ao fracasso em não alcançar a fronteira de eficiência, ou seja, não conseguir alcançar determinado nível de *outputs* dado um certo *mix de inputs* (CHARNES e COOPER, 1985).

#### 3.3.1 Definição dos modelos DEA

O modelo inicial criado por Debre (1951) e estendido por Farrell (1957), foi aperfeiçoado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e depois por Banker, Charnes e Cooper (1984). Para chegar ao quadro vigente, têm-se dois modelos que são orientados tanto para produtos como para insumos e são nomeados com as iniciais dos nomes de seus precursores: CCR e BCC (SOUZA e WILHELM, 2009).

O modelo CCR, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes, é também conhecido como CRS – *Constant Returns to Scale* (retornos constantes de escala). Pode ser aplicado quando as variações nos insumos geram variações

proporcionais nos produtos, ou retornos constantes de escala (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). O modelo BCC corresponde a retornos variáveis de escala. Cada um dos modelos pode maximizar a eficiência sob duas formas: orientado a produto ou a insumo, e a escolha depende do objetivo da pesquisa não influenciando de forma significativa o valor da eficiência.

Para definir qual modelo de análise DEA a ser escolhido foram realizados alguns procedimentos. Primeiramente foram gerados gráficos de dispersão via SPSS® a fim de verificar se a relação entre os insumos e produtos é constante ou variável. Segue Figura 10 com a relação entre a variável de saída 'Receita' e a primeira variável de entrada 'Gastos com pessoal':

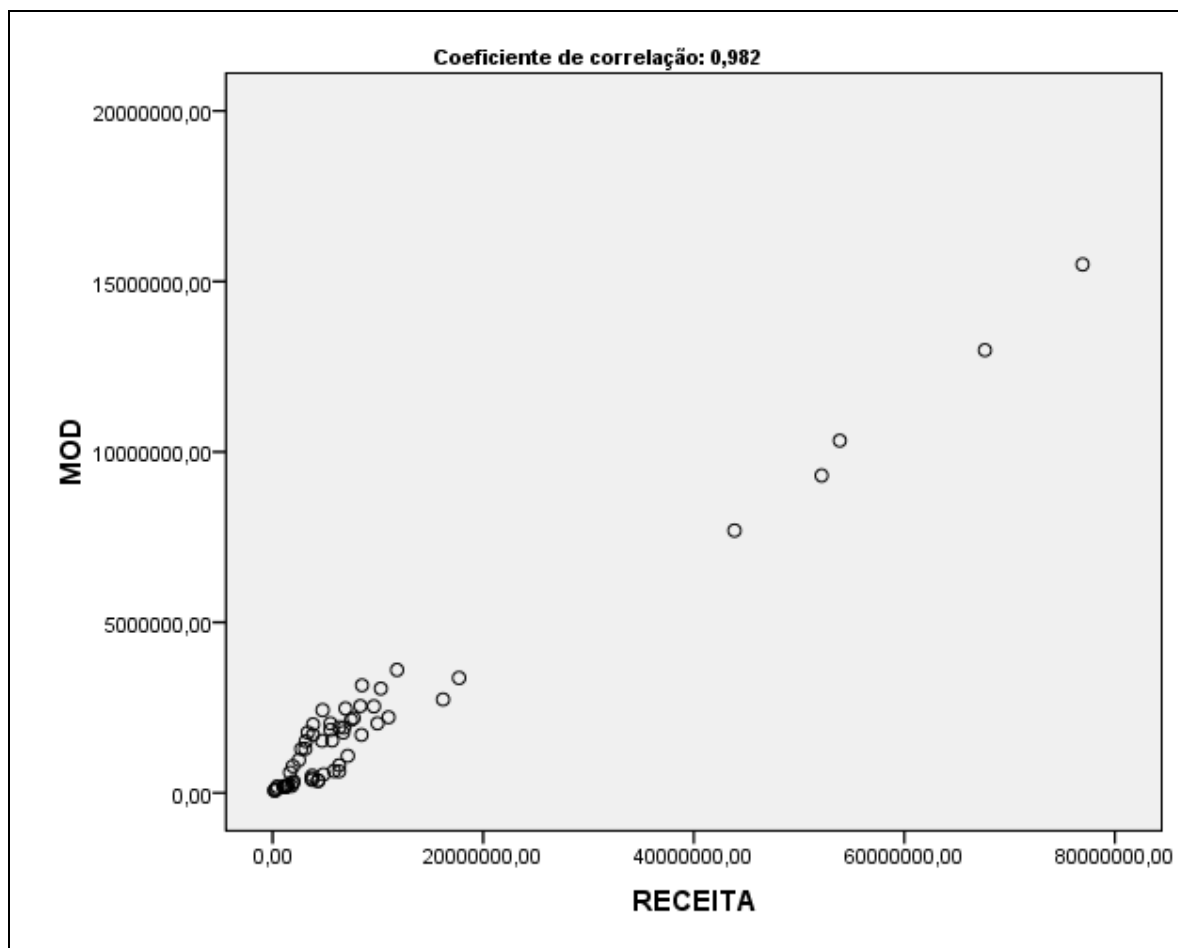


Figura 10 – Diagrama de dispersão entre a Receita e Gastos com pessoal.

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Nota-se que a função de produção das atividades, considerando como produto a receita e como insumo os gastos com pessoal é uma representação

linear, ou seja, quanto mais aumenta a receita, os gastos com pessoal aumentam quase que proporcionalmente, gerando um coeficiente  $R^2$ , que significa um ajustamento de um modelo linear, relativamente alto no valor de 0,982.

A seguir, na Figura 11, tem-se a representação da relação entre 'receita' e 'aquisição de ativos', considerando a variável receita como produto e a variável aquisição de ativos como insumo:

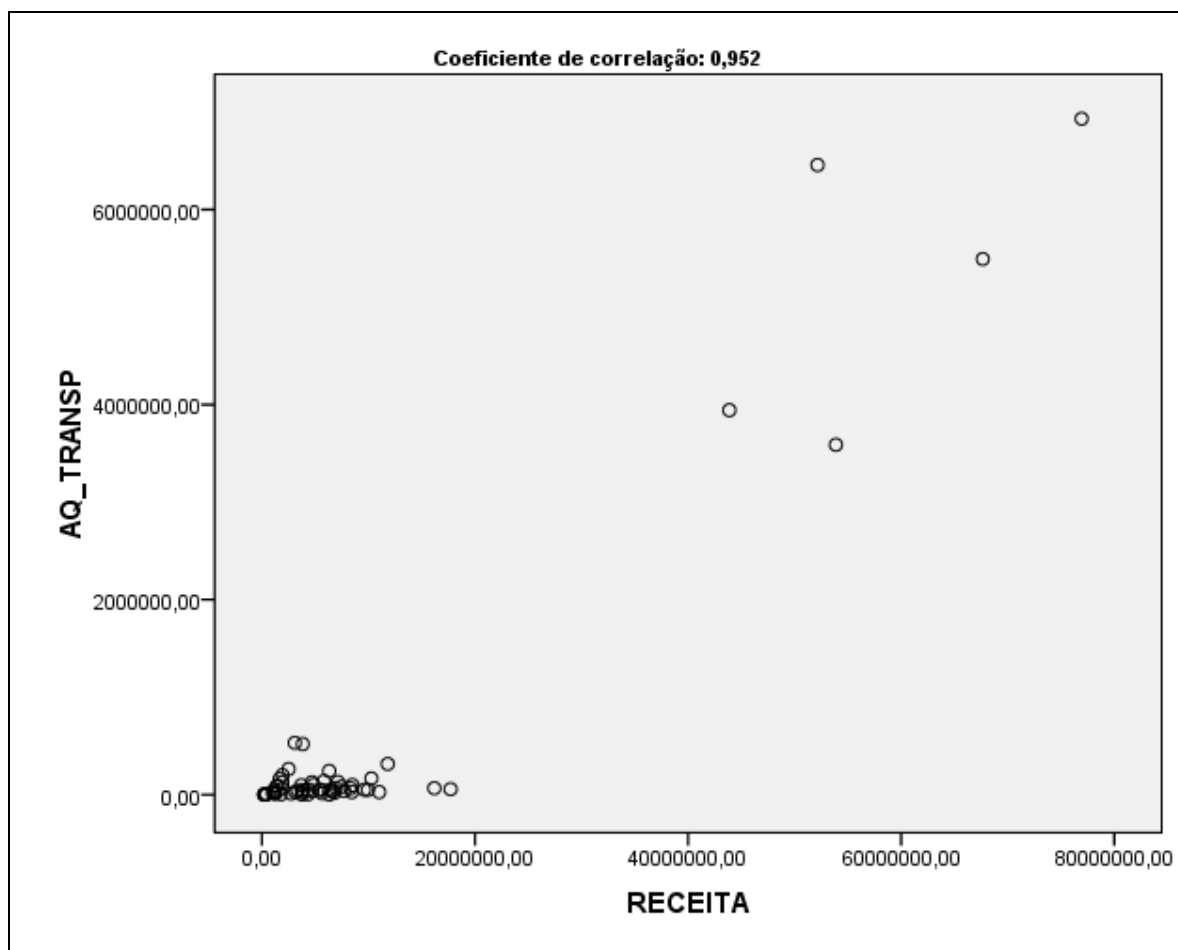


Figura 11 - Diagrama de dispersão entre a Receita e Aquisição de Ativos.

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Observa-se na Figura 11 uma forte combinação linear entre as variáveis gerando um valor de  $R^2$  de 0,952, isto significa que 95,2% do comportamento das aquisições de ativo consegue ser explicada pela variação proporcional da receita.

Os resultados apresentados nas Figuras 10 e 11 indicam que a relação entre as variáveis de entrada e saída é constante, sugerindo a adoção do

modelo CCR para a aplicação da DEA. Na Tabela 2 segue o resultado do  $R^2$  das demais variáveis de saída em relação ao produto 'Receita':

Tabela 2 – Resultados do indicador  $R^2$  em relação à Receita

		RECEITA	COMB	NUM_EMP	NUM_FUN	CUSTOS	AQ_TRANSP	AQ_IMOB
<b>RECEITA</b>	Correlação	1	,962**	,978**	,988**	,983**	,952**	,903**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sum of Squares and Cross-products	1,484E16	2,181E15	1,271E12	1,120E14	1,516E15	1,340E15	1,743E15
	Covariance	2,515E14	3,696E13	2,155E10	1,899E12	2,569E13	2,271E13	2,954E13
	N	60	60	60	60	60	60	60

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Fonte: Dados da pesquisa (2014) – gerado a partir do SPSS®

Todas as variáveis apresentam altas correlações, evidenciando indicadores acima de 0,9 e um índice de significância inferior a 0,05. A maior correlação está presente entre a variável de saída Receita e a variável de insumo Número de Funcionários, que tem um indicador de 0,988, ou seja, 98,8% da variação no número de funcionários nas atividades logísticas estudadas pode ser explicada pela mesma proporção de variação das receitas. Sendo esta interpretação válida para as demais variáveis.

Assim, para esse estudo foi utilizado o modelo de análise de eficiência intitulado CCR, que de acordo com Charnes e Cooper (1985) tem como característica essencial a redução de múltiplos insumos (para cada DMU) para um único produto ou insumo 'virtual' (100%).

Como justificativa do modelo CCR tem-se os resultados das regressões da Tabela 2, pois os altos valores do  $R^2$  demonstram que quando ocorre um aumento percentual nas variáveis independentes, a variável dependente também aumenta proporcionalmente, comprovando assim que o melhor modelo DEA está nos retornos constantes de escala.

A análise DEA dadas as atividades relacionadas foram feitas segregando por atividade/ano. Logo, procedeu-se a seleção das variáveis.

### 3.3.2 Seleção das variáveis

Nesta etapa da metodologia, foram testadas todas as variáveis apresentadas no quadro 6, a fim de verificar se todas as variáveis coletadas serão componentes da fórmula da eficiência. Para tanto, foram testadas as variáveis independentes aquisição de ativos, aquisição de transportes, gastos com pessoal, custos, número de funcionários, combustíveis e número de empresas em relação a variável dependente receita.

Assim, testes com regressão linear múltipla foram feitos a fim de identificar possíveis multicolinearidades entre as variáveis descritas. Desse modo foi calculada regressão com auxílio do software SPSS®, utilizando as sete variáveis de insumo como variáveis independentes e a variável dependente sendo o produto 'Receita'.

Esse indicador de multicolinearidade (VIF) demonstra relações lineares exatas ou aproximadamente exatas levando a consequências como alto erro padrão e também, em alguns casos até a impossibilidade de qualquer estimação (FIELD, 2009).

Havendo existência de colinearidade entre as variáveis há o indicativo de que as duas ou mais variáveis estejam concentradas em único indicador, não sendo necessário o uso das duas, três, ou de todas, mas podendo reduzir o número das mesmas caso o VIF constatado seja superior a dez (10).

Após alguns testes de regressão com todas as variáveis, chegou-se ao resultado que menor apresenta colinearidade entre os dados, para isso a regressão apresenta, das sete variáveis de saída descritas, cinco, sendo excluída a variáveis 'número de empresa' e 'número de funcionários' por apresentar um alto índice de colinearidade. Assim, segue Tabela 3 com os resultados da regressão pelo modelo *Enter* ou entrada forçada, no qual todos os previsores são forçados no modelo de regressão ao mesmo tempo (FIELD, 2009):

Tabela 3 – Resultados da regressão linear múltipla

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,991 <sup>a</sup>	,981	,980	2,25766E6

a. Predictors: (Constant), MOD, AQUIS\_TRANSP, COMB, AQUIS\_ATV, CUSTOS.

b. Dependent Variable: RECEITA

Fonte: Gerado a partir do SPSS - Dados da pesquisa (2014)

Os valores do R e  $R^2$  são elevados, 0,984 e 0,967, corroborando com o entendimento anterior de que existe o retorno constante nas escalas, porém devido ao alto valor do erro padrão verifica-se indícios de multicolinearidade. Dessa forma, procede-se a análise com a Tabela 4:

Tabela 4 – Coeficientes da regressão

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	1883167,851	457755,917		4,114	,000		
	COMB	1,284	,728	,196	1,763	,084	,028	36,049
	CUSTOS	6,555	,918	,681	7,144	,000	,038	26,466
	AQ_TRANSP	-1,238	,950	-,117	-1,303	,198	,042	23,621
	AQ_IMOB	1,939	,302	,252	6,419	,000	,223	4,494
	MOD	-34,261	21,067	-,037	-1,626	,110	,670	1,493

a. Dependent Variable: RECEITA

Fonte: Gerado a partir do SPSS - Dados da pesquisa (2014)

O método forçado (*Enter*) foi utilizado em virtude de não tirar das mãos do pesquisador decisões importantes, como quais variáveis entram no modelo de regressão ou não, isso quando comparados a outros métodos stepwise (passo a passo).

Na Tabela 4 extrai-se informações importantes como o baixo valor de Sig., na linha identificada como constante, tolerável até 0,005 e considerado adequado para a regressão. Também os valores da última coluna (VIF), que traduz a interligação entre as variáveis independentes.

Esta foi a regressão que retornou menos valores de colinearidades entre as variáveis, dessa forma além de considerar o indicador VIF, foi levado em conta as preposições teóricas acerca das atividades logísticas. Como demonstra a investigação realizada em outros trabalhos, conforme referencial teórico é impraticável uma análise de eficiência relacionada aos modais

logísticos sem contemplar variáveis como combustíveis e mão de obra, que são itens essenciais para o desempenho das atividades de transporte de cargas. Desse modo, mesmo algumas variáveis apresentando um resultado quantitativo com relação a multicolinearidade superior a 10, por razões teóricas, não foram ser descartadas.

Assim, as variáveis que entraram na fórmula da eficiência são todas as descritas na tabela 4, sendo elas: combustíveis, custos, mão-de-obra, aquisição de meios de transporte (não necessitando incluir duas variáveis relacionadas aos ativos optou-se pela aquisição de meios de transporte em detrimento ao investimento em ativos) para as variáveis de entrada e receita como variável de saída, por representar uma *proxy* em relação ao volume de carga transportado.

### 3.3.3 DMU's

Dados os passos da escolha das variáveis, retoma-se a discussão da DEA, sendo que esta fornece uma medida de eficiência que é função de multiplicadores (eficiência máxima) como sendo a razão entre o produto e insumo. Esse resultado virtual demonstra a melhor combinação possível dos fatores que compõem a DMU e permite traçar uma linha de eficiência dessa combinação virtual em relação às outras DMU's existentes, permitindo saber qual fator deve ser melhorado dentro de cada DMU.

Por DMU's (Decisions Making Unit) entende-se toda a unidade tomadora de decisão como uma empresa ou um departamento (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984). Logo para avaliar a eficiência é necessário definir as DMU's, sendo divididas em cem conforme o Quadro 5 já apresentado, ou seja, para cada ano foram analisadas quatorze atividades, como são cinco períodos o produto dos anos *versus* as atividades resulta em setenta DMU's que compuseram a análise DEA. Para cada atividade foram analisadas as variáveis de entrada (COMB; NUM\_EMPR; AQUIS\_TRANSP) e saída (RECEITA).

Foram incluídos todos os períodos na mesma análise DEA, pois assim têm-se apenas uma fronteira de eficiência, evitando comparações díspares e utilizando-se prudência em relação a apreciação dos resultados.

A análise DEA fornece subsídios suficientes para avaliar a eficiência de cada modal, pois em comparação com técnicas convencionais apresenta alguns diferenciais como não requer *a priori* uma função de produção explícita. Além disso examina a possibilidade de diferentes, mas igualmente eficientes combinações de entradas e saídas; localiza a fronteira eficiente dentro de um grupo analisado e as unidades incluídas e determina, para cada unidade logística ineficiente, subgrupos de unidades eficientes, os quais formam seu conjunto de referência.

Percebe-se a aplicação dessa técnica em várias pesquisas que medem o item 'eficiência' como, por exemplo, nos trabalhos de Li *et. al.* (2009) que avaliaram a alocação de custos fixos, mais precisamente o item despesas com publicidade, em fabricantes de automóveis e seus distribuidores. Para tanto combinaram o custo alocado com outras variáveis e com base na eficiência encontraram a melhor alocação possível.

Também Hamdan e Rogers (2007) aplicaram a DEA para avaliar a eficiência de um grupo de serviços logísticos terceirizados localizados em um depósito de uma empresa, incorporando questões estratégicas além das organizacionais e proporcionando um tratamento de diferentes processos e técnicas de manuseamento existentes no depósito.

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o banco de dados em Microsoft® Access 'MaxDEA' (versão 6.1 R2013-12-25; disponível em [www.maxdea.cn](http://www.maxdea.cn)) que permitiu a importação dos *inputs* e *outputs* de cada DMU por meio da base preparada em Microsoft® Excel. Além disso, o banco de dados citado proporciona a geração de gráficos e tabelas para a comparação e avaliação das DMU's e também dos componentes de entrada e saída individualmente.

Definidas as variáveis e as DMU's do estudo têm-se a seguinte função para a eficiência, na qual os insumos são: os gastos com combustíveis, gastos com mão-de-obra, custos diretos e indiretos e as aquisições de transporte, tendo como produto o valor da receita operacional:

$$Q = f (COMB; MOD; CUSTOS; AQUIS\_TRANSP; RECEITA) \quad (1)$$



Reforça-se o pressuposto anteriormente comentado e abrangido pela base teórica pesquisada que, a fim de obter uma uniformidade na comparação das unidades produtivas (atividades logísticas), buscou-se a variável de saída 'receita' pois a capacidade de cada modal extingue a possibilidade de comparação com relação ao volume, sendo a receita possuidora de correlação direta com os volumes transportados.

Assim, descritos os métodos e procedimentos da pesquisa finaliza-se o presente capítulo, procedendo na sequência à investigação e análise dos resultados.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo contempla a análise dos resultados da pesquisa e está composto por três sub-tópicos, a saber: uma breve retomada da discussão das atividades logísticas, a análise da eficiência dos cinco períodos estudados e por fim a discussão dos resultados com a comparação com outros estudos similares.

### 4.1 AS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

Segundo o Ministério dos Transportes (2012), desde 2007 o governo desempenha importante função para dinamização do setor no Brasil, com benefícios sociais em todas as regiões brasileiras, reduzindo custos logísticos de distribuição da produção, gerando economia de escala e aumento de capacidades nas movimentações.

Para a CNT (2013) as ações governamentais são bem recebidas pelos transportadores, que, de forma geral estão otimistas em relação à sua atividade e ao desempenho da economia. A maioria dos indagados revela que pretende investir em sua frota e em contratação formal e acreditam ainda no crescimento do PIB.

Em consequência o ambiente empresarial tem exigido dos executivos maior atenção na análise dos processos e no apoio às decisões de negócio, sendo que o suporte ao processo decisório tem recebido maior destaque dentro do contexto empresarial (RODRIGUES *et al*, 2011).

Assim, o setor logístico detém investimentos públicos e privados e esse conjunto é proposto a fim de minimizar os tempos das movimentações das mercadorias e pessoas e ainda proporcionar às empresas a maximização de seus resultados.

Logo, a atenção constante à aplicação de recursos e geração de eficiência é essencial e deve ser desenvolvida pelos gestores a fim de almejar sempre o melhor resultado empresarial. O objetivo do presente estudo foi analisar a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil.

As atividades logísticas no Brasil foram classificadas pelo código CNAE do IBGE de forma a proporcionar às empresas a escolha pelo modal

predominante de sua atividade e ainda de forma a segregar as principais funções de cada modal.

Assim, as doze atividades mencionadas no capítulo 3 estão divididas nos quatro modais e ainda em atividades auxiliares, sendo que para o modal ferroviário tem-se o transporte de cargas pelos trilhos e ainda a exploração da infraestrutura da rede de ferrovias sob forma de locação. Adicionalmente este modal também precisa, para seu uso eficiente, das atividades que se referem à empresas que acondicionam, armazenam e auxiliam na organização dos transportes terrestres.

Para o modal rodoviário verifica-se a atuação de empresas que movimentam cargas em geral pelas vias rodoviárias sendo que essa atividade compreende ainda o transporte em contêineres, o transporte de carga perigosa e a locação e agenciamento de cargas e ainda a gestão de terminais e assistência nas estradas.

Quanto ao modal aquaviário, está subdividido nas atividades de cabotagem e longo curso, navegação interior e navegação de apoio. A cabotagem e longo curso inclui a movimentação de carga nos portos e o transporte internacional, mesmo quando parte dele é desenvolvido nas vias interiores.

A navegação interior abrange o transporte de cargas por rios, lagoas, canais, baías e outras vias navegáveis e a navegação de apoio abrange atividades complementares ao modal como transporte de suprimentos, reboque e socorro.

O transporte aéreo de cargas representa a movimentação de carga em linhas domésticas, regulares ou não, e ainda o fretamento de aviões para finalidade de transporte de cargas. Além disso, tem-se as atividades auxiliares ao transporte aéreo que compreende a gestão de aeroportos e campos de aterrisagem e serviços necessários ao bom funcionamento dos aviões como limpeza e instalações de instrumentos.

## 4.2 ANÁLISE DE EFICIÊNCIA

A análise de eficiência foi realizada por meio do banco de dados *MaxDea*, que permitiu a obtenção dos escores de eficiência de cada atividade logística nos cinco anos estudados. O modelo DEA definido foi o CCR, orientado ao produto, pois as relações entre as variáveis demonstraram um retorno constante com os resultados expostos na Tabela 5.

As DMU's com resultado igual a 100% são consideradas eficientes e a análise foi feita de modo concentrado para os cinco anos (2008 a 2012) para obter apenas uma fronteira de eficiência. Na Tabela 5 segue os resultados do período de 2008 a 2012:

Tabela 5 – Escores de eficiência das atividades logísticas

Num	Descrição	2008	2009	2010	2011	2012
1	Transporte ferroviário de carga	78,63%	83,47%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	75,50%
2	Transporte rodoviário de cargas	57,76%	56,97%	54,61%	55,60%	54,49%
3	Cabotagem e longo curso	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	91,52%	81,07%
4	Navegação interior	49,82%	55,95%	51,34%	55,05%	56,33%
5	Navegação de apoio	47,41%	42,70%	41,85%	42,60%	38,43%
6	Outros tipos de transp. aquaviário	36,62%	36,16%	38,61%	38,76%	37,93%
7	Transporte aéreo de cargas	<b>100,00%</b>	77,75%	72,84%	80,07%	<b>100,00%</b>
8	Movim e armazenagem de cargas	74,73%	64,80%	61,24%	66,03%	74,29%
9	Ativ aux aos transportes terrestres	96,37%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	98,59%
10	Ativ aux aos transportes aquaviários	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	95,60%	95,76%	68,91%
11	Ativ aux aos transportes aéreos	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	91,58%	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>
12	Ativ organiz do transporte de cargas	76,72%	71,64%	57,10%	70,12%	64,00%
	MÉDIA	76,50%	74,12%	72,06%	74,63%	70,80%
	MÁXIMA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	MÍNIMA	36,62%	36,16%	38,61%	38,76%	37,93%
	DESVIO PADRÃO	0,193644	0,194157	0,21273	0,199318	0,174462

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

DMU's atividades logísticas:

Insumos: Mão de Obra, Combustíveis, Custos e Aquisições de Ativos

Produto: Receita Operacional Líquida

Dentre as atividades que se encontram na fronteira da eficiência, tem-se a 'atividade auxiliar aos transportes aéreos' como a mais eficiente. Dadas as variáveis utilizadas, essa atividade apresentou eficiência em quatro dos cinco períodos analisados, seguidos pela atividade de 'Cabotagem e longo curso' que atinge 100% de eficiência nos anos de 2008 a 2010 e também a 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' que alcança a máxima eficiência de 2009 a 2011.

A atividade de 'cabotagem e longo curso' atingiu a eficiência máxima devido a investimentos do governo e das empresas, constantes no anuário de 2011 da ANTAQ - Agência Nacional dos Transportes Aquáticos, que confirma os altos investimentos em períodos anteriores, colaborando para os altos escores dessa atividade. Além disso, ocorreu o aumento considerável do volume de cargas no ano de 2010, alcançando 616,4 milhões de toneladas movimentadas pelos portos e que, respectivamente fazem parte da navegação de longo curso, coincidindo com o final do período de máxima eficiência desta análise (ANTAQ, 2012).

A 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' apresenta eficiência máxima nos anos de 2009 a 2011 pelo fato de ser uma atividade que complementa tanto o modal ferroviário como o rodoviário. Os dados absolutos mostram que nos anos de 2008 e 2012, precisaria apenas uma melhora de 3,63% e 1,41% na variável de saída receita para que alcançasse nos cinco períodos a eficiência máxima. Esses dados estão em consonância com o aumento da frota de caminhões, uma taxa média de 7% ao ano, assim o crescimento da frota também demanda um nível maior de serviço auxiliar para cumprir o objetivo dos modais terrestres. Segundo o Ministério dos Transportes (2012) os altos índices de crescimento dão a dimensão do tamanho do fenômeno nacional de motorização. Tal constatação ratifica a complexidade institucional para o atendimento da demanda de infraestrutura sem agravar ainda mais os níveis de emissões atmosféricas e outros efeitos decorrentes do aumento da frota veicular.

Alcançando o escore de máxima eficiência em dois anos aparecem as atividades de 'transporte ferroviário de cargas' (2010 e 2011), 'transporte aéreo de cargas' (2008 e 2012) e ainda a 'atividade auxiliar aos transportes aquaviários' (2008 e 2009).

Destaca-se a eficiência do 'transporte ferroviário de cargas' que está ligada à viabilização de alternativas por parte do governo. Dentre estas ações predominam a construção da Ferrovia Nova Transnordestina, viabilizada pelo aporte de financiamentos oriundos de organismos de desenvolvimento regional e, ainda, a concessão do trecho da Ferrovia Norte-Sul (entre os pátios multimodais de Colinas-TO e de Palmas-TO, inaugurada em 21/09/2010), com

vistas à geração de recursos para complementação da ligação ferroviária até Palmas, no Estado de Tocantins. Todas essas ações permitiram obter melhores condições de atendimento à demanda de mercado, tanto do ponto de vista da logística como da produtividade do transporte (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012).

O transporte ferroviário de cargas consegue transportar grandes volumes de carga, o que conseqüentemente, gera uma receita maior para essa atividade. As locomotivas, conforme estudo de Correia (2012), possuem alta capacidade de geração de resultado com a minimização de custos, dentre eles o combustível. Os investimentos em ativos (imobilizado) não precisam ser realizados com devida frequência, o que contribui para a maximização da eficiência dessa atividade.

Com relação ao 'transporte aéreo de cargas' tem-se altos escores de eficiência nos cinco períodos analisados (de 72,84% a 100%) devido a alguns motivos, sendo eles: a) de 2008 a 2012 a quantidade de voos no Brasil aumentou ano após ano, sendo que em 2008 o total de voos foi de setecentos e cinquenta e cinco mil e em 2012 alcançou um milhão duzentos e sessenta e um voos ocasionando um aumento de aproximadamente 67%. Logo, com maiores quantidades de voo é possível um aumento no volume transportado e conseqüentemente uma elevação na receita (*output*); b) a evolução da carga transportada também apresentou um aumento de volume na ordem de 66% (de 2008 a 2012) no mercado internacional, sendo que o aumento somente no mercado doméstico correspondeu a 49%; c) a partir de 2008 houve um decréscimo, em média de 25%, nos cancelamentos e atrasos dos voos, assim, menos atrasos e cancelamentos são conseqüências para um maior número de decolagens e pousos (ANTT, 2012).

Ainda com relação ao 'transporte aéreo de cargas' a eficiência torna-se relevante quando se observa que o desempenho da atividade é limitado ao tamanho dos porões dos aviões, portanto, sua geração de receita também é limitada. Também corrobora para a análise o fato da aviação civil ser utilizada em sua essência para o transporte de pessoas e, em otimizar o espaço das aeronaves com cargas, sendo este o segundo objetivo da maioria das empresas aéreas, exceto àquelas que são constituídas especificamente para o

transporte de cargas. Estes pontos relevantes levam a análise de que mesmo sendo uma atividade secundária do modal aéreo e ainda possuir uma limitação em relação aos volumes os escores foram relativamente altos, situados entre 72% e 100%.

O modal aéreo destaca-se ainda quando se analisam os escores da ‘atividade auxiliar aos transportes aéreos’ juntamente com os escores do ‘transporte aéreo de cargas’. Os escores da atividade auxiliar foram de máxima eficiência em quatro períodos, desse modo o conjunto dessas duas atividades, sendo aquela necessária para o objetivo desta, é altamente eficiente.

Cabe ressaltar também a ‘atividade auxiliar aos transportes aquaviários’ (com eficiência máxima em 2008 e 2009) que compreendem a organização e suporte para o transporte aquaviário e também serviços de classificação de embarcações e praticagem (fornecimento de pessoal especializado para guiar embarcações por áreas por elas desconhecidas). Entre 2008 e 2010 houve aumento de mais de 100 milhões de toneladas nos portos, sendo que esta movimentação representa 60% do total da matriz aquaviária do Brasil. Assim, as empresas que auxiliam os portos e as embarcações tiveram um aumento de demanda principalmente nestes períodos, fato este que colabora para que a eficiência desta atividade em 2008, 2009 e 2010 atinja respectivamente 100%, 100% e 95,6%.

A atividade de ‘movimentação e armazenagem de cargas’ apresentou escores medianos entre 61% e 75%, essa atividade tem como uma das características predominantes o alto gasto com custos variáveis, dentre os quais, está o combustível (*input* do cálculo analisado). Outra característica peculiar das empresas que desenvolvem este tipo de atividade é que são responsáveis por menores quantidades de volumes transportados aliados a várias empresas existentes em uma mesma região. Desse modo, necessita-se de muitos operadores para gerar um volume considerável de receita e consequentemente, o transporte de um alto volume de carga.

Escores mais baixos são notados em algumas atividades relacionadas ao modal aquaviário, porém concentram-se naquelas atividades que tem atuação nas vias navegáveis internas, tendo destaque negativo as atividades de ‘navegação interior’, ‘navegação de apoio’ e ‘outras tipos de transporte

aquaviário'. Segundo o Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLTT (2012) o Brasil não explora plenamente todo seu potencial hidrográfico, ainda que possuam níveis de atividade econômica que aliem a necessidade de transporte com as possibilidades de seus rios.

A navegação interior compreende o transporte de cargas por rios, canais, lagoas, baías e também o fretamento de embarcações, não compreendendo a operação e a gestão de terminais de carga. Segundo dados da ANTAQ (2012) o Brasil teve um desenvolvimento considerável nos últimos anos e, vem crescendo, principalmente na região Norte, conforme o portfólio de investimentos do PAC 2 – Programa de Aceleração do Crescimento. As estatísticas de demanda de transportes pela navegação interior também apontam um aumento, tendo como reflexos o aumento dos operadores. Porém, os reflexos dos investimentos descritos pela ANTAQ não refletiu em um alto escore de eficiência, mantendo-se na ordem de 50%. Se comparada com outra atividade do mesmo modal, a cabotagem de longo curso, pode-se afirmar que a navegação interna ainda precisa de maiores investimentos para alcançar os escores de eficiência maiores.

Importante citar ainda que a ANTAQ vem estimulando a regularização das empresas do setor de navegação interior, sendo que em 2012 existiam 397 empresas neste setor com 222 registradas pela ANTAQ, sendo que essa relação entre empresas regularizadas e não autorizadas nos anos anteriores possuía indicadores chegando a uma relação de 50% neste quesito. Assim, percebe-se que a navegação por vias internas é uma atividade a ser aprimorada no Brasil (ANTAQ, 2012).

Complementarmente a atividade de 'navegação interior' tem-se a 'navegação de apoio' que corresponde a navegação de apoio logístico como o transporte de mercadorias a navios e a plataformas e ainda os serviços de reboque. Essa atividade colabora para a navegação interior no sentido de fornecer apoio às operações e teve escores de eficiência situados entre 38% e 47%,

Corroborando com os escores apresentados na Tabela 5 faz-se necessário analisar a matriz de transporte do Brasil. Cabe destacar que a distribuição modal da matriz depende da aplicação de corretas políticas de



desenvolvimento e de uma visão de futuro transformadora, sendo afetada por razões de mercado que influenciam nas escolhas de forma decisiva e são fortes determinantes da intensidade da movimentação regional de mercadorias, assim segue Figura 12:

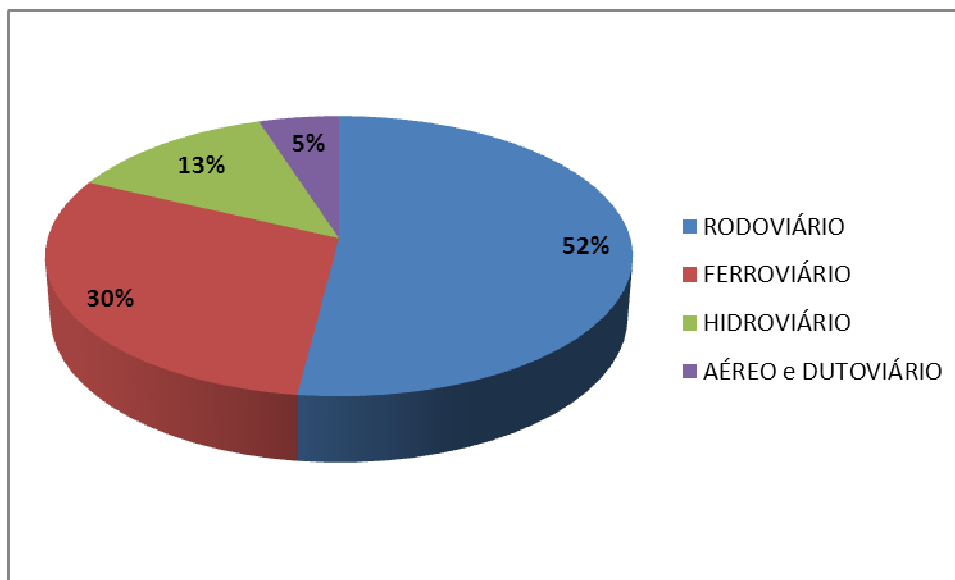


Figura 12 – Distribuição modal da matriz brasileira de transportes de cargas em 2011  
Fonte: PNLT (2012)

Dada a matriz de transportes, percebe-se que o modal mais utilizado no Brasil é o modal rodoviário que, em 2011, representava 52% do volume transportado. Assim, a análise de eficiência demonstra que, mesmo possuindo escores situados entre 50% e 60%, a atividade de transporte rodoviário de cargas é a mais utilizada no país. Outro ponto que merece destaque é que, segundo o PNLT (2012) os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37% mais baratos do que os fretes rodoviários.

A evolução do setor aéreo nos últimos dez anos evidencia que o ambiente de livre concorrência no setor tende a estimular a inovação, a otimização de custos, a melhoria da eficiência, a modicidade tarifária e a manutenção da oferta em níveis compatíveis com o crescimento da demanda (PNLT, 2012). Apesar de representar menos de 5% do total da matriz brasileira de transportes o modal aéreo apresenta alta eficiência, dados os escores calculados nesta análise, tanto para o transporte aéreo de cargas como para a atividade auxiliar aos transportes aéreos.

Pode-se constatar que as empresas poderiam obter economias oriundas da diversificação do modal e ainda assim teriam uma eficiência maior, pois o transporte aéreo de cargas e o transporte ferroviário de cargas possuem altos escores de eficiência.

Como percebido na Tabela 5 têm-se sessenta escores de eficiência, sendo cinco anos para cada atividade analisada (12 atividades). Para melhor entendimento segue escores de eficiência classificados em cinco escalas, conforme ilustrado na Figura 13:

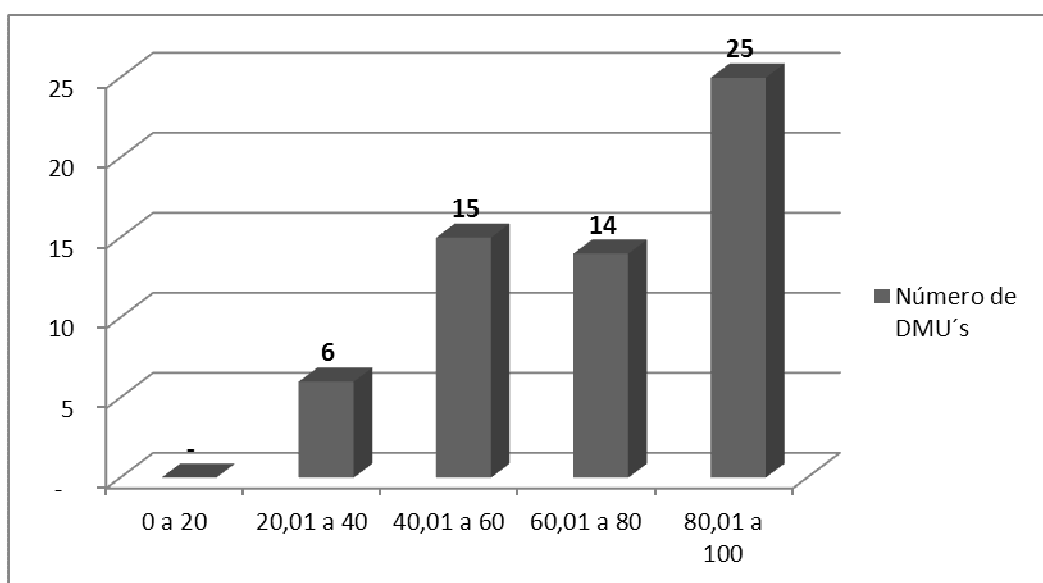


Figura 13 – Ranking de eficiência das atividades

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

A Figura 13 mostra que nenhum escore de eficiência está relacionado entre zero e 20% e o maior número de ocorrências surge entre 80% e 100% com vinte e cinco atividades. Entre 20% e 40% estão seis DMU's, entre 40% e 60% quinze, e quatorze delas surgem com escores entre 60% e 80%.

Dentre as 25 DMU's classificadas entre 80% e 100% destacam-se as 'atividades auxiliares ao transporte aéreo', totalmente eficiente em quatro períodos, e ainda a 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' e a 'cabotagem de longo curso' com escores de máxima eficiência em três períodos.

As 'atividades auxiliares ao transporte aéreo' compreendem agenciamentos e agrupamentos de cargas, contratação de espaço em aeronaves, realização de pequenos fretes entre destinos e aeroportos e ainda

a intermediação das cargas transportadas pelo modal aéreo. A partir dessa descrição tem-se uma atividade que, mesmo possuindo investimentos em ativos e altos gastos com combustíveis consegue elevar consideravelmente suas receitas com as intermediações e outros serviços.

A atividade de ‘cabotagem e longo curso’ não alcançou a eficiência em todos os períodos devido ao fato de que em 2011 e 2012 as variáveis ‘custos’ e ‘aquisições de transporte’ apresentaram valores elevados em relação a variável de saída receita obtida. Consequentemente, para manter a eficiência de 100% deveriam reduzir seus custos em 2011 e 2012 em 41,28% e 19,35% respectivamente e reduzir também as aquisições de ativos em 96,56% e 82,75%, além de aumentar suas receitas em 9,27% e 23,35% nos anos de 2011 e 2012. De acordo com o anuário estatístico da ANTAQ (2012) houve decréscimo na movimentação de cargas nos anos de 2011 e 2012, principalmente afetada pelo decréscimo na movimentação de contêineres, fato esse que pode ter interferido nos escores de eficiência.

A maior frequência dentre as atividades mais eficientes, pelo ranking realizado por meio da figura 13, são relacionadas aos modais aéreo, aquaviário e três escores do modal ferroviário. A atividade auxiliar aos transportes terrestres é a única atividade ligada ao modal rodoviário que surge com percentuais de eficiência entre 80% e 100%.

#### 4.2.1 Benchmarking

Além da análise de eficiência por meio de escores, a aplicação DEA fornece ainda benchmarking’s para as unidades com baixo escore de eficiência. Para Spendolini (1993, p.10) o benchmarking pode ser definido como “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processo de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”.

O benchmarking possui três premissas sendo: 1) colocando-o como uma forma prática para se otimizar a busca por melhorias; 2) uma boa alternativa para se eliminar o antigo processo de aprendizagem por meio de tentativas e

erros; e 3) uma forma de se utilizar processos que outros já utilizaram logrando êxito (SPENDOLINI, 1993).

Dessa forma a análise DEA busca as DMU's mais eficientes e sugere melhorias para as menos eficientes tomando como base os parâmetros dessas unidades eficientes.

Na Figura 17 segue as atividades que mais serviram de benchmarking's para outras DMU's.

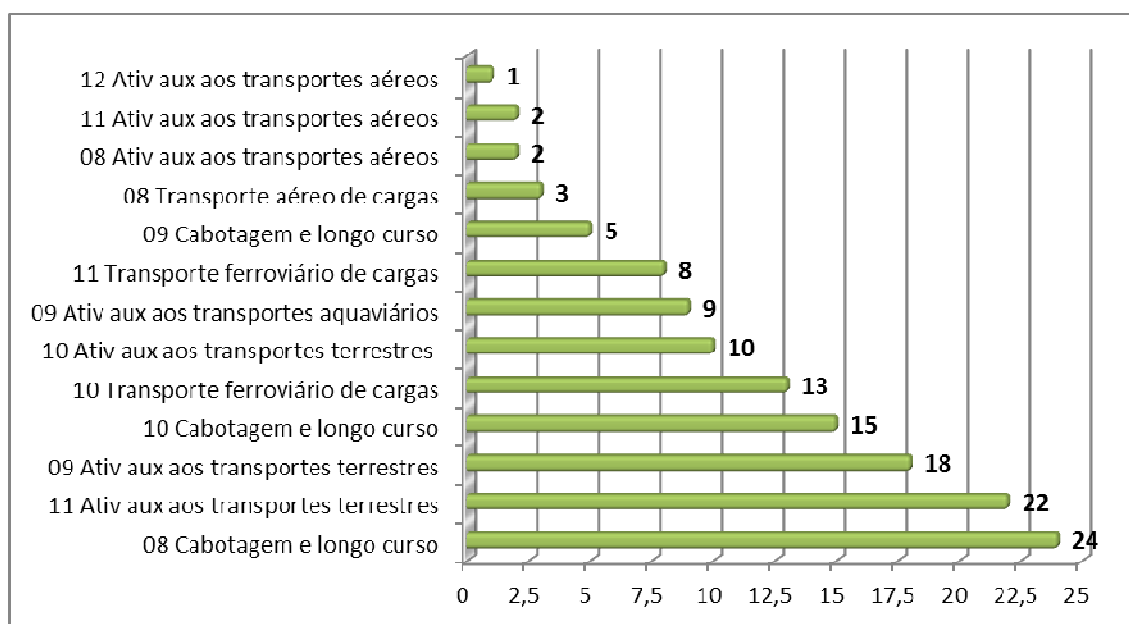


Figura 14 – Ocorrências de referências para outras DMU

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

A atividade que mais serviu de referência para outra DMU foi a 'cabotagem e longo curso' no ano de 2008 com 24 ocorrências e no ano de 2010 com 15 ocorrências, seguida pela 'atividade auxiliar aos transportes terrestres' no ano de 2011 com 22 eventos e no ano de 2009 com 18 frequências. Ainda surge a atividade de 'transporte ferroviário de cargas' no ano de 2010 com 13 ocorrências.

Percebe-se que as atividades descritas são aquelas que mais servem de exemplo para as atividades menos eficientes. Assim destacam-se a 'atividade auxiliar aos transportes aéreos', a 'cabotagem de longo curso' e o 'transporte ferroviário de cargas' que demonstram, além de terem escores elevados, serem uma boa referência de melhoria para as outras atividades.

As DMU's que não aparecem na Figura 17 não são bom exemplos de *benchmarking* para as outras atividades, pois não tiveram nenhuma ocorrência na modelagem DEA. Essas ocorrências servem para projetar as unidades ineficientes sugerindo valores ótimos para as variáveis, minimizando insumos e maximizando os produtos.

Após a análise de *benchmarking* na qual é possível verificar os exemplos positivos para melhoria de cada DMU passa-se a análise individual das variáveis.

#### 4.2.2 Análise de melhoria das variáveis

Tais análises são fornecidas pelo modelo DEA a fim de estabelecer um percentual ou valor de melhoria para que aquela DMU alcance a fronteira de eficiência.

A possibilidade de melhoria permite melhor visualização sobre as atividades eficientes e menos eficientes fornecendo subsídio gerencial para o planejamento de metas inerentes à variável descrita. Ainda auxilia no sentido de comparação e diferenciação entre as atividades logísticas estabelecendo parâmetros de caracterização dentre as mesmas.

Como o modelo utilizado para a análise DEA foi o CCR (retornos constantes de escala) a prioridade da análise de melhoria das variáveis é minimizar o máximo possível os insumos e almejar a maximização dos produtos. Assim a sequência das análises pretende visualizar a possível diminuição nos insumos mão-de-obra, combustíveis, custos e aquisição de transportes e por consequência o aumento da variável de saída que é a receita operacional líquida.

As melhorias potenciais indicam o quanto cada variável necessita ser minimizada, se for insumo ou maximizada, se for produto, para que a DMU alcance a máxima eficiência. Não há como alterar apenas uma variável para que a atividade alcance a eficiência (exceto se apenas uma variável surgir como possível melhoria), é preciso que haja a alteração no conjunto de todas as variáveis, minimizando as variáveis de entrada (*input*) e maximizando as variáveis de saída (*output*). Assim segue Tabela 6 com uma visão geral das melhorias necessárias:

Tabela 6 – Melhorias potenciais (%) para as DMU's menos eficientes

ANO	DMU	Entrada				Saída
		MOD	COMB	CUSTO	AQUIS TRANSP	RECEITA
2008	Ativ aux aos transportes terrestres	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,77%
2008	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-67,44%	30,35%
2008	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,82%
2008	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-89,26%	110,92%
2008	Navegação interior	0,00%	-0,45%	-69,22%	-43,24%	100,73%
2008	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	-5,01%	173,09%
2008	Transporte ferroviário de carga	0,00%	-8,73%	0,00%	-11,50%	27,18%
2008	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-85,81%	73,12%
2009	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-5,08%	39,58%
2009	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-28,74%	54,31%
2009	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-88,28%	134,18%
2009	Navegação interior	0,00%	-19,33%	-75,95%	-67,62%	78,74%
2009	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	176,55%
2009	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,62%
2009	Transporte ferroviário de carga	0,00%	-3,94%	0,00%	-62,36%	19,81%
2009	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-90,92%	75,53%
2010	Ativ aux aos transportes aéreos	0,00%	0,00%	0,00%	-11,77%	9,20%
2010	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,60%
2010	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	75,12%
2010	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-0,52%	63,30%
2010	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-89,95%	138,97%
2010	Navegação interior	0,00%	-9,78%	-75,78%	-66,23%	94,80%
2010	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	159,00%
2010	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	37,28%
2010	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-84,08%	83,12%
2011	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,43%
2011	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-8,11%	42,60%
2011	Cabotagem e longo curso	0,00%	0,00%	-41,28%	-96,56%	9,27%
2011	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-53,08%	51,45%
2011	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-93,31%	134,72%
2011	Navegação interior	0,00%	0,00%	-78,34%	-73,31%	81,65%
2011	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	-34,41%	-15,97%	158,01%
2011	Transporte aéreo de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	24,89%
2011	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-87,99%	79,87%
2012	Ativ aux aos transportes aquaviários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	45,11%
2012	Ativ aux aos transportes terrestres	0,00%	0,00%	-27,04%	0,00%	1,43%
2012	Ativ organiz do transporte de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-20,25%	56,24%
2012	Cabotagem e longo curso	0,00%	0,00%	-19,35%	-82,75%	23,35%
2012	Movim e armazenagem de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-71,30%	34,61%
2012	Navegação de apoio	0,00%	0,00%	0,00%	-90,93%	160,20%
2012	Navegação interior	0,00%	0,00%	0,00%	-21,65%	77,52%
2012	Outros tipos de transporte aquaviário	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	163,61%
2012	Transporte ferroviário de carga	0,00%	0,00%	0,00%	-5,94%	32,44%
2012	Transporte rodoviário de cargas	0,00%	0,00%	0,00%	-89,79%	83,52%
	MÉDIA	0,00%	-0,96%	-9,58%	-38,84%	70,24%
	MÁXIMO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	176,55%
	MÍNIMO	0,00%	-19,33%	-78,34%	-96,56%	1,43%
	DESVIO PADRÃO	0,00%	1,72%	15,67%	36,25%	42,63%

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: DMUs (atividades), MOD (mão-de-obra), COMB (combustíveis), CUSTO (custos diretos e indiretos), AQUID\_TRANSP (aquisição de meios de transporte), RECEITA (receita operacional líquida)

Nota-se conforme Tabela 6 que a variável mão-de-obra não apresentou percentuais de melhoria para nenhuma atividade e em nenhum período analisado. Dessa forma as análises de melhoria se concentram nas variáveis combustíveis, custos e aquisição de transportes para os *inputs* e na variável receita para os *outputs*.

A variável com maior desvio padrão é a variável 'receita', coincidentemente é a variável que precisa ser maximizada em todas as DMU's da Tabela 6. A receita apresenta altos valores, sendo que destacam-se as três atividades ligadas ao modal aquaviário, sendo elas navegação de apoio, navegação interior e outros tipos de transporte aquaviário. A sugestão para maximização da receita nestas atividades pode estar ligada ao baixo uso das vias navegáveis internas do Brasil, que representam menos de 13% da matriz de transportes.

Menores percentuais surgem em atividades que, se elevassem apenas a receita, conseguiriam obter o escore máximo de eficiência. Nesta condição, tem-se na atividade auxiliar aos transportes terrestres um exemplo de que, maximizando a receita em 3,77% seria possível atingir o escore máximo no ano de 2008.

Altos percentuais de otimização da receita também são notados no modal rodoviário, que apresenta escores de melhoria entre 70% e 80%. Este fato exige atenção quando resgatamos os dados do PNLT (2012) no qual pode-se constatar que os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37% mais baratos do que os fretes rodoviários. Ou seja, além de possuir um frete mais caro em relação a outros modais, esta atividade não está conseguindo gerar altas receitas, pois um percentual de melhoria de, por exemplo, 79,87% no ano de 2011, representa um valor superior a 54 bilhões a ser obtido como receita adicional nesta atividade.

Além de uma visão geral dos escores de eficiência e da análise prévia da variável de saída 'receita', tem-se os valores individuais de cada variável. Dessa forma, segue Tabela 7 com o detalhamento das melhorias inerentes a variável combustíveis:

Tabela 7 – Possíveis melhorias com gastos de combustíveis

Ano	DMU	Efetivo	Ótimo	Diferença	Melhoria (%)
2009	Navegação interior	419.538,00	338.438,70	(81.099,30)	-19,33%
2010	Navegação interior	410.632,00	370.452,86	(40.179,14)	-9,78%
2008	Transporte ferrov. de carga	969.827,00	885.202,28	(84.624,72)	-8,73%
2009	Transporte ferrov. de carga	1.073.434,00	1.031.090,28	(42.343,72)	-3,94%
2008	Navegação interior	291.779,00	290.454,22	(1.324,78)	-0,45%

Fonte: Percentuais de melhoria gerados a partir do *MaxDea*  
Dados da pesquisa (2014)

As principais melhorias indicadas para a variável combustíveis são relacionadas às atividades de transporte ferroviários de carga e navegação interior.

A ordem apresentada na Tabela 7 foi realizada em função do percentual de melhoria que cada atividade necessita. A coluna ‘diferença’ refere-se ao quanto a variável combustível precisaria ser reduzida para alcançar a fronteira da eficiência e a coluna ‘ótimo’ contém o valor absoluto do quanto deveria ser o valor dos combustíveis dadas as variáveis de cada DMU.

Para as DMU’s que apresentaram altos valores de combustíveis constatou-se que as principais atividades que serviram de *benchmarking* foram a ‘cabotagem de longo curso’ para a ‘navegação interior’ e a própria atividade de ‘transporte ferroviário de carga’ no ano de 2010 para a mesma atividade nos anos de 2008 e 2009.

O consumo de combustível maior na atividade de navegação interior está ligado diretamente ao indicador velocidade do modal, segundo Gainza e Brinati (2009), os gastos com combustíveis estão associados ao uso de potência e velocidade das embarcações e ainda influenciados pelo preço local do combustível onde o mesmo é reabastecido.

Assim a navegação interior utiliza muitas vezes menor velocidade em relação à de longo curso, o que ocasiona um gasto maior de combustível. Outro fator que influencia é o preço do combustível, pois a atividade de longo curso poderá abastecer em portos internacionais podendo ocorrer em um custo de transação em virtude de sua atuação e deslocamento mundial, podendo assim minimizar essa variável.



Desse modo tem-se a projeção desejada *versus* os valores efetivos da variável combustível para a atividade de 'navegação interior' nos cinco períodos analisados. Segue Figura 15:

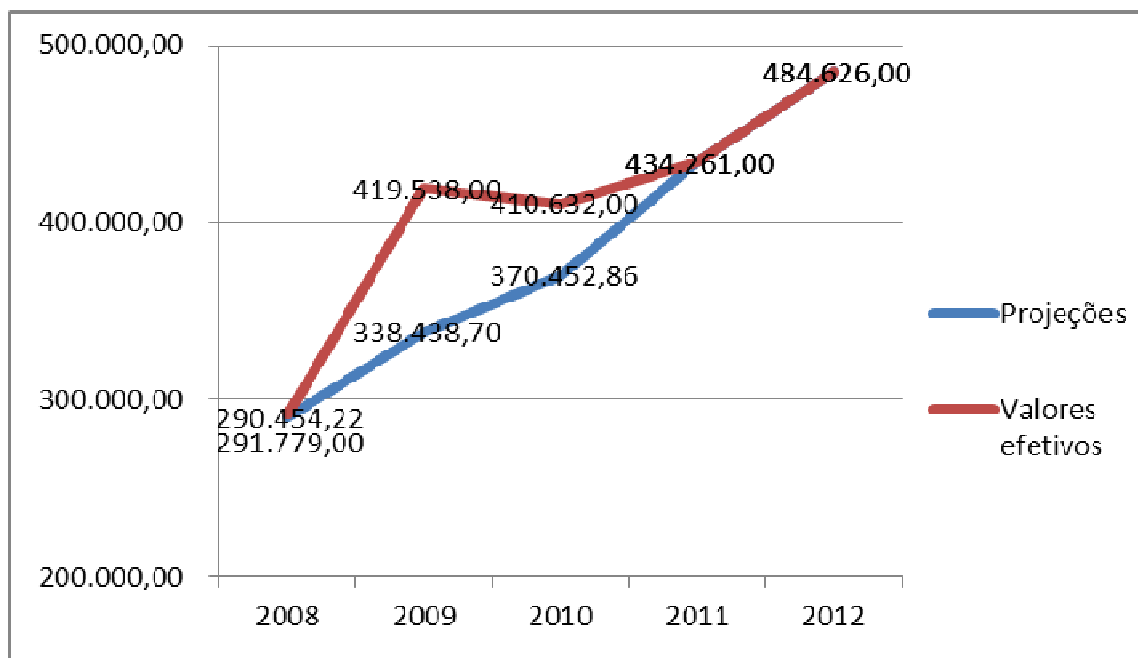


Figura 15 – Valores reais x projeções da variável combustíveis para a DMU 'navegação interior'  
Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Percebe-se que no ano de 2008 a variável combustível na DMU 'navegação interior' quase atinge a sua eficiência, sendo o percentual de melhoria neste ano de 0,45%. Em 2011 e 2012 a atividade demonstra uma maior ação na utilização dos gastos com combustíveis, assim consegue igualar os gastos projetados com os valores reais na análise DEA.

Com relação a atividade de transporte ferroviário de cargas, em 2008 e 2009, a análise dos dados sugere uma redução 8,73% e 3,94%, respectivamente. Para Wanke e Fleury (2006) os gastos com combustíveis no modal ferroviário tendem a ser menores do que empresas de transporte aéreo e transportadores rodoviários.

Coincide com a baixa eficiência nos gastos com combustíveis para o modal ferroviário, o fato de que nos anos de 2008 e 2009 ocorreu uma crise econômica mundial. Portanto, os indicadores positivos na maioria das atividades foram afetados e os países emergentes também sentiram rumores da crise que ocorreu principalmente nos países desenvolvidos (MAIA e CHAVES, 2011).

Procede-se com a Tabela 8 que contém a análise da terceira variável (a primeira que era a mão-de-obra não retornou percentuais de melhoria e a segunda combustíveis foi analisada na Tabela 7) de entrada, relacionada aos custos diretos e indiretos das atividades analisadas:

Tabela 8 - Possíveis melhorias na variável custo

Ano	DMU	Efetivo	Ótimo	Diferença	Melhoria (%)
2011	Navegação interior	584.991,00	126.699,73	(458.291,27)	-78,34%
2009	Navegação interior	311.935,00	75.013,23	(236.921,77)	-75,95%
2010	Navegação interior	338.968,00	82.109,01	(256.858,99)	-75,78%
2008	Navegação interior	209.185,00	64.377,72	(144.807,28)	-69,22%
2011	Cabotagem e longo curso	601.863,00	353.407,39	(248.455,61)	-41,28%
2011	Outros tipos de transp. aquaviário	100.290,00	65.777,25	(34.512,75)	-34,41%
2012	Ativ aux aos transportes terrestres	988.098,00	720.887,77	(267.210,23)	-27,04%
2012	Cabotagem e longo curso	490.618,00	395.660,05	(94.957,95)	-19,35%

Fonte: Percentuais de melhoria para a variável custo gerado a partir do *MaxDea*  
Dados da pesquisa (2014)

As atividades que surgem com maior frequência na Tabela 8 estão relacionadas ao modal aquaviário, compreendendo as atividades de 'navegação interior' (em quatro períodos analisados), 'cabotagem e longo curso' (em dois períodos) e ainda a atividade 'outros tipos de transporte aquaviário'.

O modal aquaviário tem como uma de suas características custos fixos moderados quando comparados com os custos do modal ferroviário e rodoviário (BOWERSOX e CLOSS, 2001). Assim, mesmo tendo o investimento estatal a fim de contribuir para a redução de custos na atividade aquaviária (portos) esta DMU necessita de altos percentuais de redução de custos (melhoria %) para se chegar a uma situação desejada (Ótimo).

O número de embarcações na navegação interna aumentou em 1305 no ano de 2010 e para 1477 em 2011. Sendo que este aumento também provocou um aumento na capacidade de carga que cresceu 14,16% em 2011 (ANTAQ, 2012). Portanto, o aumento da frota e o próprio aumento da capacidade das embarcações denota uma necessidade de incorrer em custos (diretos e indiretos) como, por exemplo, custos com depreciação dos novos ativos.

Além das atividades relacionadas ao modal aquaviário surge nas possíveis melhorias da variável custo a 'atividade auxiliar ao transporte terrestre', no ano de 2010. Caso o custo fosse reduzido em 27,04% e a receita aumentada em 1,43%, a DMU alcançaria a eficiência máxima neste ano. O custo nessa atividade é composto por valores inerentes a manutenções, depreciações, custos administrativos, despesas com vendas dentre outros.

Os percentuais de melhorias referentes à variável aquisição de transportes seguem detalhadas na Tabela 9:

Tabela 9 – Possíveis melhorias na variável aquisição de transportes

Ano	DMU	Efetivo	Ótimo	Diferença	Melhoria (%)
2011	Cabotagem e longo curso	95.800,00	3.299,43	(92.500,57)	-96,56%
2011	Navegação de apoio	531.062,00	35.545,70	(495.516,30)	-93,31%
2012	Navegação de apoio	518.213,00	47.006,88	(471.206,12)	-90,93%
2009	Transporte rodoviário de cargas	6.457.406,00	586.270,66	(5.871.135,34)	-90,92%
2010	Navegação de apoio	262.449,00	26.376,90	(236.072,10)	-89,95%
2012	Transporte rodoviário de cargas	6.932.093,00	707.595,56	(6.224.497,44)	-89,79%
2008	Navegação de apoio	160.564,00	17.241,55	(143.322,45)	-89,26%
2009	Navegação de apoio	200.494,00	23.500,06	(176.993,94)	-88,28%
2011	Transporte rodoviário de cargas	5.493.402,00	659.628,66	(4.833.773,34)	-87,99%
2008	Transporte rodoviário de cargas	3.943.079,00	559.447,35	(3.383.631,65)	-85,81%
2010	Transporte rodoviário de cargas	3.587.650,00	571.107,35	(3.016.542,65)	-84,08%
2012	Cabotagem e longo curso	26.389,00	4.551,54	(21.837,46)	-82,75%
2011	Navegação interior	129.325,00	34.514,97	(94.810,03)	-73,31%
2012	Movim e armazenagem de cargas	314.845,00	90.346,21	(224.498,79)	-71,30%
2009	Navegação interior	87.902,00	28.461,49	(59.440,51)	-67,62%
2008	Ativ organiz do transp de cargas	128.990,00	41.996,32	(86.993,68)	-67,44%
2010	Navegação interior	92.246,00	31.153,77	(61.092,23)	-66,23%
2009	Transporte ferroviário de carga	243.218,00	91.558,53	(151.659,47)	-62,36%
2011	Movim e armazenagem de cargas	166.862,00	78.290,27	(88.571,73)	-53,08%
2008	Navegação interior	43.033,00	24.426,17	(18.606,83)	-43,24%
2009	Movim e armazenagem de cargas	81.442,00	58.036,16	(23.405,84)	-28,74%
2012	Navegação interior	63.887,00	50.055,41	(13.831,59)	-21,65%
2012	Ativ organiz do transp. de cargas	98.693,00	78.707,58	(19.985,42)	-20,25%
2011	Outros tipos de transp. aquaviário	2.261,00	1.899,92	(361,08)	-15,97%
2010	Ativ aux aos transportes aéreos	40.920,00	36.105,03	(4.814,97)	-11,77%
2008	Transporte ferroviário de carga	99.067,00	87.675,76	(11.391,24)	-11,50%
2011	Ativ organiz do transp de cargas	67.632,00	62.146,56	(5.485,44)	-8,11%
2012	Transporte ferroviário de carga	129.647,00	121.940,68	(7.706,32)	-5,94%
2009	Ativ organiz do transp de cargas	51.426,00	48.813,73	(2.612,27)	-5,08%
2008	Outros tipos de transp. aquaviário	2.886,00	2.741,35	(144,65)	-5,01%
2010	Movim e armazenagem de cargas	65.797,00	65.457,67	(339,33)	-0,52%

Fonte: Percentuais de melhoria gerados a partir do *MaxDea*  
Dados da pesquisa (2014)

As principais melhorias para a variável aquisição de ativos são percebidas no transporte aquaviário (cabotagem e longo curso, navegação interior e navegação de apoio), transporte rodoviário de cargas e ainda na atividade de transporte ferroviário de cargas.

A maior frequência está nas atividades relacionadas ao transporte aquaviário, tal aumento considerável nesta variável de entrada está diretamente ligada à aquisição de novas embarcações. Segundo dados da ANTAQ (2012), de 2009 a 2011 houve um incremento de 42% na quantidade de embarcações, sendo que esse acréscimo está ligado a quantidade de cargas movimentadas neste mesmo período.

Assim para que o modal aquaviário cumpra seus objetivos é necessário a aquisição de mais 'meios de transporte' que são as embarcações, independente do seu porte. Algumas melhorias chegam a 96,56% como, por exemplo, na 'cabotagem e longo curso' no ano de 2011, sendo que para a 'navegação interior' os percentuais de melhoria variam entre 21,65% para o ano de 2012 atingindo até 73,31% no ano de 2011.

O transporte rodoviário de cargas devido ao crescimento acelerado da frota que representa os veículos em circulação mais que dobrou na década de 2000. Segundo o PNLT (2012), fica evidente que a frota circulante vem evoluindo com taxas de crescimento maiores que as do PIB e da população, sendo que a diferença tem se acentuado nos últimos anos, deixando clara a importância da dimensão da evolução.

Com dados do DNIT, 48% das rodovias sob jurisdição federal foram classificadas com qualidade ruim, enquanto que 36% foram classificadas com qualidade regular e 16% somente com qualidade boa (PNLT, 2012). Deste modo, a qualidade das rodovias também influencia na renovação dos ativos, pois rodovias mal conservadas ocasionam menor vida útil para os veículos que por ela circulam. Por fim, as empresas que desempenham a atividade do transporte rodoviário de cargas ficam comprometidas em emvidar esforços para renovar constantemente suas frotas.

Com relação as melhorias sugeridas para o transporte ferroviário de cargas, o maior percentual é com relação ao ano de 2009, no qual a atividade precisaria reduzir em 62,36% o investimento em meios de transporte. Um fator

que pode influenciar a aquisição de ativos neste ano é o fato do indicador ‘acidentes por milhão de trens x km’ atingir 16, sendo que em 2012 esse indicador diminuiu para 12 (ANTT, 2014). Esse indicador pode sugerir que neste ano as empresas tiveram um investimento maior para repor danos ocasionados pelo alto indicador de acidentes.

Os altos gastos com terminais, pátios de manobra e locomotivas também são características peculiares do transporte ferroviário (CORREA, 2012; KIM, 2010; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; NAZÁRIO, 2007; BALLOU, 1993; BOWERSOX E CLOSS, 2001) e o ano de 2009 pode ser considerado um ano atípico em que tais investimentos podem ter ocorrido.

Analizados os escores de eficiência, seus respectivos *benchmarking* e ainda as variáveis que podem ser melhoradas, tem-se a discussão dos resultados e a relação dos mesmos com outros estudos contemporâneos similares.

#### 4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O trabalho de Taliani e Escobar (2008) teve como objetivo avaliar a eficiência alocativa do transporte rodoviário de passageiros. Para tanto é o que mais se assemelha com este trabalho no sentido de proporcionar a utilização de dados contábeis e gerenciais para a análise dos *inputs* e *outputs*. Apesar do foco do referido trabalho se concentrar no melhoramento da estrutura de custos e também no transporte de passageiros há semelhanças a serem destacadas como a utilização da variável ‘receita’ aplicada como *output*.

Vale ressaltar a importância da variável receita tendo em vista que representa uma relação linear com o volume transportado em cada atividade logística. Obviamente, quanto mais volume as empresas transportarem maiores as chances de alavancarem suas receitas.

Nos estudos de Gillen e Lall (1997) cujo objetivo foi avaliar a eficiência e o desempenho em aeroportos dos EUA nota-se que a receita interfere diretamente no indicador de eficiência. Assim, apoia-se na Tabela 6, na qual é possível perceber a relevância desta variável, pois possui escores de melhoria que vão desde 1,43% para a ‘atividade auxiliar de transportes terrestres’ no

ano de 2012, chegando a 176,55% na atividade 'outros tipos de transportes aquaviários' no ano de 2009.

Nas pesquisas de Odeck (2008) e Heinen, Diehl e Alves (2012) foram utilizadas variáveis ligadas aos combustíveis utilizados pelos modais, sendo elas a despesa com combustíveis e o consumo de combustíveis respectivamente. Sendo essa uma variável de entrada considerada essencial em trabalhos da área logística, pois a movimentação de cargas e de pessoas depende diretamente do combustível consumido pelo modal. As despesas e custos também foram empregadas nos achados de Taliani e Ecobar (2008), porém o emprego dessa variável esteve relacionado a todas as despesas diretas e indiretas que as empresas possuíam.

Há certa similaridade neste estudo com as investigações de Savolainen (2007) que avaliou na União Europeia a eficiência dos modais ferroviário, rodoviário e hidroviário. Mesmo não encontrando diferenças significativas entre o modal ferroviário e aéreo o estudo mostra que a padronização dos dados é essencial para exercer a comparação. No atual estudo foram utilizados dados contábeis e gerenciais a fim de estabelecer relações entre os modais, podendo visualizar os escores de todos os modais em uma única fronteira de eficiência.

Savolainen (2007, p.2) constatou "um desempenho sólido nas companhias aéreas", o que se assemelha com os achados desta pesquisa, pois as duas atividades relacionadas ao modal aéreo (transporte aéreo de cargas e atividades auxiliares) apresentaram escores de eficiência entre 72% e 100%. O autor verificou ainda que o modal ferroviário mostra grandes variações em diversos países da União Europeia, sendo que neste estudo o modal ferroviário no Brasil foi eficiente, alcançando o escore máximo nos anos de 2010 e 2011.

Casa Nova (2002) e Rodrigues Junior (2012) utilizaram somente dados contábeis, porém avaliaram a eficiência de modo a fornecer um indicativo de desempenho para as empresas em questão. Os dois estudos foram base para sugerir a utilização de dados contábeis e gerenciais para avaliar a eficiência das empresas. Pois, a capacidade instalada é refletida nas aplicações (ativos) e as receitas geradas pelas empresas mantém relação direta com o volume de carga movimentada (LOPES, CARDOSO e PICCININI, 2008).

Outro ponto a ser destacado é com relação à economia dos custos de transação (ECT), pois observando os escores de eficiência extraídos tem-se resultados interessantes como o fato da atividade de transporte ferroviário de cargas possuir um alto escore de eficiência e não ser a atividade mais utilizada no Brasil. O Brasil utiliza em maior escala o modal rodoviário (até por aspectos culturais conforme referencial teórico) e os resultados apontam eficiência máxima de 57,76% no período estudado, ou seja, o modal mais utilizado não é o mais eficiente.

Logo, o incremento de uma atividade por uma organização deve ser pensado em consonância com a ECT, pois, apesar de atender a empresa na interligação de modais, o investimento na atividade comentada poderia gerar perda de eficiência.

Por fim, se uma organização deseja ampliar o escopo de suas operações e investir na organização logística de cargas deve realizar um profundo estudo em sua estrutura de custos e geração de receita para não perder eficiência diante desse processo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou a eficiência das atividades relacionadas aos modais logísticos, transporte e movimentação de cargas no Brasil. O setor logístico foi escolhido em função da importância que representa para a economia do país e seu desenvolvimento e ainda por fazer parte de temas discutidos em congressos e seminários acadêmicos.

A escolha das variáveis utilizadas para cálculo da eficiência foi realizada efetuando a pesquisa em estudos contemporâneos que calcularam a eficiência de diversas formas (ambiental, técnica, contábil, alocativa). Sendo a eficiência alocativa aplicada neste estudo.

As principais variáveis percebidas na literatura e relacionadas à logística foram o gasto com combustíveis, mão-de-obra, custos diretos e indiretos, investimento em ativos, investimento em meios de transporte, número de empresas e a receita gerada. A opção por essas variáveis consiste em uniformizar a equação de eficiência utilizando variáveis contábeis e gerenciais que são comuns a todas as atividades logísticas, independente do modal, seja ele aéreo, ferroviário, rodoviário, aquaviário ou dutoviário. Optou-se por não incluir no cálculo da eficiência o volume transportado, pois é inerente ao processo que determinado modal movimenta mais ou menos carga que outro, dada sua capacidade. Logo, a inclusão da variável volume foi suprida pela inclusão da receita gerada que mantém uma relação constante com o volume.

Assim, foi calculada regressão linear múltipla com auxílio do software SPSS®, a fim de verificar colinearidades nas variáveis, esse processo otimizou a definição da equação da eficiência como sendo  $Q = f(\text{COMB}; \text{MOD}; \text{CUSTOS}; \text{AQUIS\_TRANSP}; \text{RECEITA})$ , onde COMB corresponde aos gastos com combustíveis, MOD é o gasto com mão-de-obra, CUSTOS representa os custos diretos e indiretos, AQUIS\_TRANSP é a aquisição em ativos naquele exercício e RECEITA é a receita operacional da atividade em questão.

Posteriormente, foram testados os retornos de escala das variáveis que compõem o estudo a fim de determinar o método de avaliação da eficiência das atividades logísticas. Dadas as variáveis utilizadas foram gerados diagramas de dispersão via SPSS® e verificadas as correlações entre as variáveis de modo a diagnosticar os retornos de escala. Como os retornos



foram constantes foi utilizada a análise envoltória de dados (DEA) com o modelo CCR orientado a produtos, desse modo a abordagem do estudo foi quantitativa.

A análise envoltória de dados (DEA) permitiu comparações dos indicadores de eficiência de cada atividade, ou seja, um comparativo entre as doze DMU's que fizeram parte da amostra, sendo que foi analisado o período de 2008 a 2012. Os escores resultantes deste estudo servem como avaliação de desempenho dos modais, pois podem ser vistos como indicadores de auxílio às empresas que optam por sua atividade concentrada em determinado modal.

Com os detalhamentos dos objetivos específicos foi possível atingir o objetivo geral que foi analisar a eficiência das atividades logísticas no Brasil. Assim como atividade eficiente destacou-se a atividade auxiliar aos transportes aéreos que atingiu escores de 100% nos períodos analisados, exceto no ano de 2010 que obteve 91,58%. Cabe ressaltar ainda que obtiveram três escores máximos de eficiência as atividades de 'cabotagem e longo curso' e as 'atividades auxiliares ao transporte terrestre. As atividades de 'transporte ferroviário de cargas' (2010 e 2011), 'transporte aéreo de cargas' (2008 e 2012) e 'atividades auxiliares aos transportes aquaviários' (2008 e 2009) tiveram dois escores máximos de eficiência nos anos destacados entre parênteses.

Destaque negativo para atividades de navegação interior, navegação de apoio e outros tipos de transporte aquaviários que apresentaram baixos escores de eficiência. Dessa forma, o modal aquaviário, no tocante às vias internas navegáveis e sua exploração requer investimentos e expansão para um melhora efetiva na eficiência dessas atividades.

A análise envoltória de dados (DEA) também permitiu comparações de modo a sugerir valores e percentuais de melhoria para as atividades. Assim é possível indicar quais atividades consomem mais ou menos combustíveis, incorrem em custos diretos e indiretos e investem em ativos.

Desse modo, dentre os *benchmarkings* ou referências para melhoria e alcance a fronteira da eficiência, surgem como exemplos a cabotagem de longo curso (2008) e a atividade auxiliar aos transportes terrestres (2011) com 22 e 24 ocorrências de *benchmarking* respectivamente. Com relação à variável

‘gastos com combustíveis’ a navegação interior e o transporte ferroviário de carga são os que apresentam maior índice de melhoria, como por exemplo, em 2009, o transporte ferroviário de cargas deveria melhorar ou reduzir seus gastos com combustíveis em 3,94% para alcançar a fronteira da eficiência.

Para a variável ‘custos’ destacam-se atividades ligadas ao modal aquaviário como a ‘navegação interior’ e a ‘cabotagem a longo curso’, sendo que de 2008 a 2011 a atividade ‘navegação interior’ atingiu altos escores de melhoria chegando a 78,34% em 2011. Por fim, quanto a ‘aquisição de ativos’ os maiores percentuais de melhorias foram notados nas atividades organizadoras do transporte de cargas, no ano de 2008 com 96,56% e também a atividade navegação de apoio com 93,31% também no ano de 2008. Ainda destacam-se como atividades que necessitam melhoria nesta variável a navegação interior, o transporte ferroviário de cargas e o transporte rodoviário de cargas.

Assim percebe-se que algumas atividades podem ser estimuladas por serem mais eficientes, como é o caso do transporte ferroviário de cargas e o transporte aéreo de cargas que possuem alto potencial de eficiência e ainda representam baixos percentuais na matriz de transportes no Brasil.

A Economia dos Custos de Transação reforça essa análise demonstrando que é essencial uma avaliação de eficiência no âmbito da logística. Em alguns casos as organizações podem ter a necessidade de incrementar suas atividades, seja pela busca da lucratividade ou pela facilitação das operações logísticas ou atendimento ao cliente e, esse investimento pode acarretar em um resultado diferente do esperado, impactando na eficiência.

No âmbito científico, este trabalho proporcionou a discussão da eficiência logística de modo a compreender a comparação entre os modais, realizado também por Savolainen (2007) na Europa e que possui similaridades com esse estudo, principalmente na tentativa de comparabilidade entre os modais que compõem o cenário logístico atual no de um país ou continente.

A contribuição no âmbito contábil se concentrou na adoção de variáveis que possuem relação direta com o volume de cargas movimentado, um exemplo dessas variáveis é o custo com combustíveis e a receita gerada pelas

atividades. Desse modo, essas métricas reforçam a importância da contabilidade gerencial para medição e apuração de resultados e de desempenho.

### 5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Como limitações deste estudo, tem-se:

a) a aplicação da análise de eficiência com indicadores das atividades inerentes ao transporte de pessoas que possui outras características peculiares e, portanto não foram incluídas nesta pesquisa. Apesar das atividades relacionadas ao transporte de pessoas estarem na base de dados consultada, foi preciso retirá-las da análise tendo em vista o escopo do trabalho contemplar a logística de cargas.

b) as variáveis inerentes ao volume de cargas não foram utilizadas, pois existe a dificuldade em alinhar essa variável à todos os modais, sendo que as diferenças de volume foram exploradas no referencial teórico e como *proxy* para esta variável foi incluída a 'receita operacional líquida'.

c) a investigação se concentrou em modais e atividades que utilizam a característica de movimentação excluindo-se assim, o modal dutoviário.

### 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Conforme os comentários citados sugere-se para novas pesquisas:

a) Analisar a eficiência das atividades inerentes ao transporte de pessoas.

b) Analisar a eficiência do modal rodoviário tendo em vista a nova legislação para os motoristas, citada no referencial teórico (Lei 12.619/2012).

## REFERÊNCIAS

AECA, Asociación Espanola de Contabilidade y Administración de Empresa. **GLOSARIO Iberoamericano de Contabilidad de Gestion**. Organizador: Jesús Lizcano Álvarez. Madrid: AIC:, [2000]. 126 p. ISBN 8489959242 (broch.).

AFONSO, H. C. A. da G. **Análise dos custos de transporte da soja brasileira**. 2006. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 138p.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. **Anuário Estatístico Aquaviário**. 2012. Disponível em <http://www.antaq.gov.br/portal/Anuarios/Anuario2012/index.htm>. Acesso em 18 fev 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres**. 2008. Disponível em [http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/10868/Ano\\_2009.html#lista](http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/10868/Ano_2009.html#lista). Acesso em 16 nov 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Evolução do Transporte Ferroviário**. 2014. Disponível em [http://www.antt.gov.br/html/objects/\\_downloadblob.php?cod\\_blob=12769](http://www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=12769). Acesso em 23 fev 2014.

ABIFER. **Associação Brasileira da Indústria Ferroviária**. Disponível em <http://www.abifer.org.br>. Acesso em 04/04/2013 às 22h15min.

AGUIAR, A. B. de; FREZATTI, F. Apropriada a estrutura de um sistema de controle gerencial: uma proposta de análise. *In.: I CONGRESSO ANPCONT*. Gramado/RS, 17 a 19 de junho de 2007. Anais... Disponível em: <<http://www.anpcont.com.br/site/docs/congressol/01/CCG104.pdf>> . Acesso em: 14 ago. 2012.

ALBRECHT W. S.; SACK R. J. Accounting Education – Charting the course trough a perilous Future. **Accounting Education Series**, Vol.16 – IMA, 2000.

ALMASRI, R.; MUNEER, T.; CULLINANE, K. The effect of transport on air quality in urban areas of Syria, **Energy Policy**, Volume 39, Issue 6, June 2011, Pages 3605-3611, ISSN 0301-4215. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.062>.

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

ANANDARAJAH, G.; MCDOWALL, W.; EKINS, P. Decarbonising road transport with hydrogen and electricity: Long term global technology learning scenarios.

**International journal of hydrogen energy** [0360-3199] Volume 38, Issue 8, 19 March 2013, Pages 3419-3432, ISSN 0360-3199.

ANTHONY, R. N.; GOVINDARAJAN, V. **Sistemas de controle gerencial**. São Paulo: Atlas, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA.

**Perfil do transporte rodoviário de cargas**. 2013. Disponível em:

<http://www.ntc.org.br/perfil.htm>. Acesso em: 29 jun 2013.

ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M.

**Contabilidade Gerencial**. São Paulo, Atlas, 2000.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **European Business Review**. Vol. 19, No. 4, 2007, pp. 332-348.

BANASZEWSKA, A.; CRUIJSSEN, F.; DULLAERT, W.; GERDESSEN, J.C. A framework for measuring efficiency levels—The case of express depots.

**International Journal of Production Economics**, Volume 139, Issue 2, October 2012, Pages 484-495, ISSN 0925-5273, 10.1016/j.ijpe.2012.05.003.

BANOMYONG, R., SUPATN, N. Selecting logistics providers in Thailand: a shippers' perspective. **European Journal of Marketing**. 2011. Vol. 45 Iss: 3, pp.419 – 437.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Vol. 30, No. 9, Setembro 1984, 1982782, pg. 1078-1092

BAUMEL, C.P.; GERVAIS. J. **Estimates of Fuel Consumption in Transporting Grain from Iowa to Major Markets by Alternatives Modes**. Iowa State University, June 1999.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado**. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

BERTOLOTO, R. F. MELLO, J. C. C. B. S. de. Eficiência dos portos e terminais privativos brasileiros com características distintas. **Journal of Transport Literature**. Vol. 5, n. 22, pp. 4-21, Apr 2011, Research Directory.

BEUREN, Ilse M.; **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**. Atlas, 3ª edição, São Paulo, 2008.

BLOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. Lei nº 12.619, de 30 de abril de 2012. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília-DF. 02 mai 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12619.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12619.htm). Acesso em 14/03/2014.

BRISSIMIS, S. N.; DELIS, M. D.; TSIONAS, E. G. Technical and allocative efficiency in European banking. **European Journal of Operational Research**, Volume 204, Issue 1, 1 July 2010, Pages 153-163, ISSN 0377-2217, 10.1016/j.ejor.2009.09.034.

BRYMAN, A. **Social research methods**. 4. ed. New York: Oxford University Press, 2012.

CANTO, M. A. da C. **Mensuração e análise da eficiência técnica de produção do setor metal-mecânico da indústria de Caxias do Sul**. Dissertação de mestrado Porto Alegre - RS, 2002. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CASA NOVA, S.. **Utilização da Análise por Envolvória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2002.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. Preface to topics in data envelopment analysis. **Business And Economics Annals Of Operations Research**. Volume 2, Number 1 - 1985, 59-94, DOI: 10.1007/BF01874733

CHAVAND, V. Rail noise and vibration in Australia-A case study. **The Journal of the Acoustical Society of America** [0001-4966]. yr:2013 vol:133 iss:5 pg:3276

CHRIST, N.; FERRANTINO, M. J. Land Transport for Export: The Effects of Cost, Time, and Uncertainty in Sub-Saharan Africa. **World Development**. Volume 39, Issue 10, October 2011, Pages 1749-1759, ISSN 0305-750X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.04.028>.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**; (tradução Mauro de Campos Silva). 2. ed. – São Paulo: Cengage Learning, 2009.

COASE, Ronald. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 4, p.386-405, 1937.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Mapeamento das mortes por acidentes de trânsito no Brasil**. Estudos Técnicos 2009. Disponível em: <http://portal.cnm.org.br/sites/9000/9070/Estudos/Transito/EstudoTransito-versaoconcurso.pdf>. Acesso em: 02 Jul 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Transporte de cargas no Brasil: Ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país**. Centro de Estudos em Logística – COPPEAD. 2012. UFRJ.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Sondagem: Expectativas Econômicas do Transportador 2013 – Rodoviário e Aquaviário – Fase 2**. 2013. CNT.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2013: Relatório Gerencial**. 2013. CNT, SEST, SENAT. Brasília.

COOGAN, A.; BUITELAAR, E.; WHITTEN, S.; BENNETT, J. Factors that influence transaction costs in development offsets: Who bears what and why?, **Ecological Economics**, Volume 88, April 2013, Pages 222-231, ISSN 0921-8009, 10.1016/j.ecolecon.2012.12.007.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online]. 2010, vol.48, n.2, pp. 447-472. ISSN 0103-2003.

CORREA, C. A. V. Economic evaluation of current conditions of competition and efficiency of automotive and rail systems in Colombia. **Energy Policy**. Volume 46, July 2012, Pages 78-87, ISSN 0301-4215, 10.1016/j.enpol.2012.03.029.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. Feb 2010. Disponível em <http://cscmp.org/digital/glossary/document.pdf>. Acesso em Nov 2012.

CUI, L.; HERTZ, S. Networks and capabilities as characteristics of logistics firms. **Industrial Marketing Management**. Volume 40, Issue 6, August 2011, Pages 1004-1011, ISSN 0019-8501, 10.1016/j.indmarman.2011.06.039.

DE SOUSA JÚNIOR, J.; NOBRE JÚNIOR, E.; PRATA, B.. Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envoltória de Dados. **Sistemas & Gestão**, América do Norte, 329 05 2009.

DELIVAND, M. K.; BARZ, M.; GHEEWALA, S.H. Logistics cost analysis of rice straw for biomass power generation in Thailand. **Energy**. Volume 36, Issue 3,

March 2011, Pages 1435-1441, ISSN 0360-5442, 10.1016/j.energy.2011.01.026.

DEMARIA, M. **O operador de transporte multimodal como fator de otimização da logística**. Florianópolis, 2004. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage, 2005

DNIT. **Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes**. Disponível em <http://www.dnit.gov.br>. Acesso em 22/02/2013 às 21h45min.

DIMITROV, P. Logistics in Bulgarian manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**. Volumes 93–94, 8 January 2005, Pages 207-215, ISSN 0925-5273, 10.1016/j.ijpe.2004.06.019.

DORNIER, P-P.; ERNST, R.; FENDER, M.; KROUVELIS, P. **Logística e operações globais: textos e casos**. 1. ed. – 8. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2010.

ELBERT, R.; WALTER, F. Behavioral Logistics - Analysis of behavioral routines and governance structures in the interorganizational maritime transport chain. **LogForum** [1734-459X] yr:2010 vol:6 iss:3. p. 11-19.

EMERY, G. W.; MARQUES, M. A. The effect of transaction costs, payment terms and power on the level of raw materials inventories. **Journal of Operations Management**, Volume 29, Issue 3, March 2011, Pages 236-249, ISSN 0272-6963, 10.1016/j.jom.2010.11.003.

ENGBLOM, J; SOLAKIVI, T; TÖYLI, J e OJALA, L. Multiple-method analysis of logistics costs. **International Journal of Production Economics**, Volume 137, Issue 1, May 2012, Pages 29-35, ISSN 0925-5273, 10.1016/j.ijpe.2012.01.007.

EVANS, A. W. Rail safety and rail privatisation in Japan **Accident analysis and prevention** [0001-4575]. yr:2010 vol:42 iss:4 pg:1296 -1301.

FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S M. **Competitividade: Mercado, Estado e Organizações**. São Paulo: Ed. Singular, 1997.

FARRELL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General), Vol. 120, No. 3 (1957), pp. 253-290. Published by: Wiley-Blackwell for the Royal Statistical Society.

FAWCETT, S.E., COOPER, M.B., 1998. Logistics performance measurement and customer success. **Industrial Marketing Management**. 27 (4), 341–357.



FEDDERKE, J. W.; SIMBANEGAVI, W. Price Elasticities And Pricing Power In Emerging Markets: The Case Of Petrochemical-Derived Plastics In South Africa. **SAJE South Africa Journal of Economics**. Vol. 80:1, March, 2012.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Books, 1994.

FIELD, A. **Descobrimos a Estatística Usando o SPSS**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 483 p.

FLAMHOLTZ, E.G. Organizational Control Systems as a Managerial Tool. **California Management Review**, XXII (2), p. 50-59, Winter 1979.

FLEURY, P. F.; RIBEIRO, A. A indústria de prestadores de serviços logísticos no Brasil: caracterizando os principais operadores. *In: Encontro Anual Da ANPAD*, 27., Campinas, 2001. Anais do Evento. Campinas: ANPAD, 2001. CD-ROM.

FRIED, H.; LOVELL, C. A. K.; SCHIMIDT, S. **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. 1993. New York: Oxford University Press.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Custos Logísticos no Brasil**. 2012. Disponível em [http://www.fdc.org.br/pt/PublishingImages/noticias/2012/pesquisa\\_custo\\_logistico.pdf](http://www.fdc.org.br/pt/PublishingImages/noticias/2012/pesquisa_custo_logistico.pdf). Acesso em Out 2012.

GAINZA, N.; BRINATI, J. B. Análise da operação de navios porta-contêineres em velocidade reduzida. *In: XXI Copinaval – Instituto de Engenharia Naval*. Montevideo – Uruguai, de 18 a 22 de outubro de 2009. Anais do Evento.

GEIPOT. Anuário Estatístico dos Transportes - 2004. **Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes**. Ministério dos Transportes, Brasília, DF. 2004

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILLEN, D.; LALL, A. Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation**. Review, Volume 33, Issue 4, December 1997, Pages 261-273, ISSN 1366-5545.

GINIEIS, M.; SÁNCHEZ-REBULL, M. V.; CAMPA-PLANAS, F. The academic journal literature on air transport: Analysis using systematic literature review

methodology, **Journal of Air Transport Management**, Volume 19, March 2012, Pages 31-35, ISSN 0969-6997.

GOMES, J. S. **Um estudo exploratório sobre controle gerencial em empresas estatais brasileiras**. Rio de Janeiro, 1983. Tese (Doutorado em Administração) - Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GONÇALVES, J. M. P.; MARTINS, G. Raio X da produção: investimento e participação dos modais de transporte. **Revista Brasil Engenharia**. Edição 591. 2009. P. 136-141.

GUERREIRO, R.; PEREIRA, C. A.; FREZATTI, F. Aplicação do modelo de Burns e Scapens para avaliação do processo de institucionalização da contabilidade gerencial. **Revista Organizações e Sociedade**, v. 15, n. 44, p. 45-62, 2008.

HA, B-C., PARK, Y-K., CHO, S. Suppliers affective trust and trust in competency in buyers: Its effect on collaboration and logistics efficiency. **International Journal of Operations & Production Management**. 2011. Vol. 31 Iss: 1, pp.56 – 77.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M.. **Cost management**. 2nd. edition, Cincinnati, Ohio: South-Western College Publications, 1997.

HAVENGA, J. Logistics Costs in South Africa – The Case for Macroeconomic Measurement. **South African Journal of Economics**. [0038-2280] yr:2010 vol:78 iss:4 pg:460 -476.

HEINEN, A. C.; DIEHL, C. A.; ALVES, T. W. Análise de Eficiência Ambiental na Aviação Civil Comercial Brasileira com Uso da Abordagem DEA. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos – 2012*. Bento Gonçalves – RS, de 12 a 14 de nov de 2012.

HIJJAR, M. F. Logística, soja e comércio internacional. **Centro de Estudo em Logística**. COPPEAD, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

HORNGREN, C. T.; SUNDEM, G. L.; STRATTON, W. O. **Contabilidade gerencial**. 12a edição. São Paulo: Prentice-Hall, 2004.

INTERNACIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS. **Management Accounting Concepts**. May 2009a. Disponível em: [http://www.mia.org.my/handbook/guide/IMAP/imap\\_.htm#MANAGEMENT%20ACCOUNTING%20AND%20THE%20MANAGEMENT%20PROCESS](http://www.mia.org.my/handbook/guide/IMAP/imap_.htm#MANAGEMENT%20ACCOUNTING%20AND%20THE%20MANAGEMENT%20PROCESS)>. Acesso em 14 ago. 2012.

ISHFAQ, R.; SOX, C. R. Intermodal logistics: The interplay of financial, operational and service issues. *Transportation Research Part E: **Logistics and Transportation Review***. Volume 46, Issue 6, November 2010, Pages 926-949, ISSN 1366-5545, 10.1016/j.tre.2010.02.003.

ISHFAQ, R.; SOX, C. R. Design of intermodal logistics networks with hub delays. *European Journal of Operational Research*. Volume 220, Issue 3, 1 August 2012, Pages 629-641, ISSN 0377-2217, 10.1016/j.ejor.2012.03.010.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R.S. **Contabilidade Gerencial**: a restauração da relevância da contabilidade nas empresas. Tradução de Ivo Korytowski. – Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J. M.; GRZYNA, Frank M. **Controle da qualidade handbook**: conceitos, políticas e filosofia da qualidade. São Paulo : Makron Books, 1991. v.1.

KABADAYI, S. Choosing the right multiple channel system to minimize transaction costs. *Industrial Marketing Management*. Volume 40, Issue 5, July 2011, Pages 763-773, ISSN 0019-8501, 10.1016/j.indmarman.2011.02.002.

KEEDI, S. **Logística de Transporte Internacional**. Aduaneiras, São Paulo, 2001.

KIM, T. Efficiency of trucks in logistics: technical efficiency and scale efficiency. *Asian Journal on Quality*. 2010. Vol. 11 Iss: 1, pp.89 – 96.

KUNAKA, C; MUSTRA, M. A.; SAEZ, S. Trade Dimensions of Logistics Services: A Proposal for Trade Agreements. **The World Bank**. Poverty Reduction and Economic Management Network. International Trade Department. Jan 2013. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/12155/wps6332.pdf?sequence=1>. Acesso em 10 mai 2013.

KUMBHAKAR, S.C., LOVELL, C.A.K. **Stochastic frontier analysis**. New York: Cambridge University Press, 2003. 332 p.

LACERDA, S. M. Evolução recente do transporte hidroviário de cargas. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 20, p. 253-280, set. 2004

LAITINEN, E. K. Future-based management accounting: a new approach with survey evidence. *Critical Perspectives on Accounting*. Volume 14, Issue 3, April 2003, Pages 293-323, ISSN 1045-2354, 10.1006/cpac.2002.0602.

LAURENTINO, A. J.; LESTENSKY, D. L., NOGARA, J. G.; PRIA, T. D. **A Importância da Contabilidade Gerencial Para as Micro e Pequenas Empresas no Século XXI no Brasil**. TCC(Graduação) – FAE, Curitiba, 2008.

LI, Y.; YANG, F.; LIANG, L.; HUA, Z. Allocating the fixed cost as a complement of other cost inputs: A DEA approach. **European Journal of Operational Research**, Volume 197, Issue 1, 16 August 2009, Pages 389-401, ISSN 0377-2217, 10.1016/j.ejor.2008.06.017.

LOPES, S. S.; CARDOSO, M. P; PICCININI, M. S. O transporte rodoviário de cargas e o papel do BNDES. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro. V. 14. N.29, P. 35-60, JUN. 2008.

LUKINSKIY, V, S; LUKINSKIY, V. V; SHULZHENKO, T. G. Evolution of the total logistics costs concept. **LogForum Scientific Journal of Logistics** [1734-459X] yr:2011 vol:7 iss:3 num:5.

MACEDO, M. A. da S.; BENGIO, M. da C. Avaliação de Eficiência Organizacional Através de Análise Envoltória de Dados. *In.*: **VIII Congresso Internacional de Custos**. Punta del Este (Uruguay) - Del 26 al 28 de Noviembre de 2003.

MACHADO, A. G. C.; OLIVEIRA, M. V. de S. S.; FILHO, J. R. R. C. Teoria dos custos de transação: um estudo multi-casos de empresas integradas verticalmente. *In.*: **Anais do XI SIMPEP – Simpósio de Engenharia da Produção**. 08 a 10 de novembro de 2004. Bauru – SP. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep\\_aux.php?e=11](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_aux.php?e=11)

MAIA, P.; CHAVES, H. A. F. Análise da indústria petrolífera e a importância dos biocombustíveis no cenário mundial. *In.*: **6º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**. 09 a 13 de outubro de 2011. Florianópolis – SC. Disponível em: <http://uerjaapg.files.wordpress.com/2011/08/6pdpetro.pdf>.

MARINHO, F. C.; SOUZA, A. C. B de; SILVA, J. L. G. da; MEIRELLES, E. G.; JUNIOR, D. M. P. Transporte de cargas: uma análise sobre os modais e sua aplicação na região Sul Fluminense. *In.*: **Congresso Internacional de Administração**. De 24 a 28 de setembro de 2012. Ponta Grossa – PR.

MARTÍN-CEJAS, R. R. An approximation to the productive efficiency of the Spanish airports networks through a deterministic cost frontier. **Journal of Air Transport Management**. Volume 8, Issue 4, July 2002, Pages 233-238, ISSN 0969-6997.

MENDONÇA, E. de C.; OLIVEIRA, A. L. de.; PROITE, A.; MENDONÇA, R. P. de A. Os Contratos de Licenciamento e a Eficiência Técnica dos Setores Industriais Brasileiros: Uma Análise à Luz do Método de Fronteira Estocástica e da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista Economia**. Brasília – DF, v. 7, n. 3, p. 531 – 560, set/dez 2006.

MERKERT, R.; COWIE, J. A quantitative cross-modal analysis of transportation firms' transaction costs – Are airlines any different?, **Journal of Air Transport Management**, Volume 22, July 2012, Pages 3-8, ISSN 0969-6997, 10.1016/j.jairtraman.2012.01.002.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research**: a guide to design and implementation. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.

MILLER, R. L. **Microeconomia**: teoria, questões e aplicações. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Banco de Informações e Mapas de Transporte**. 2012. Disponível em <http://www2.transportes.gov.br/bit/03-ferro/anuario-ferro.html>. Acesso em: 16 nov 2012.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Balanço 2012**. Edição 2012. Disponível em <http://www.transportes.gov.br/public/arquivo/arq1360875337.pdf>. Acesso em: 06 jan 2014.

MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.h; GHOSHAL, S. **Processo Da Estratégia: O**. Bookman, 2006.

MOORI, R. G.; SILVA, R. V. da. Gestão do custo da qualidade nas empresas químicas do Brasil. **Revista de Administração de Empresas - RAE**, v. 43, n. 3, p. 36-49, 2003.

NAÇÕES UNIDAS. **Review of maritime transport 2012**. Report by the unctad secretariat. United Nations Publication. Ed12.II.D.17. ISBN 978-92-1-112860-4; e-ISBN 978-92-1-055950-8; ISSN 0566-7682, New York and Geneva, 2012.

NAUDÉ, W.; MATTHEE, M. The impact of transport costs on new venture internationalization. **Journal Of International Entrepreneurship**. Volume 9, Number 1 (2011), 62-89, DOI: 10.1007/s10843-010-0066-6.

NAZÁRIO, P. Papel do Transporte na Estratégia Logística. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. 1. ed. 9. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

ODECK, J. The effect of mergers on efficiency and productivity of public transport services. **Transportation Research**. Part A, v. 42, p. 696-708, 2008.

OTLEY, David. Management control and performance management: whence and whither? **The British Accounting Review**, v. 35, p.309–326, 2003. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089083890300060X>>. Acesso em : 14 ago. 2012.

PERROW, Charles. (1986) - **Complex organizations**: a critical essay. New York: McGraw-Hill, cap. 7, p.219-256.

PINDYCK, R. S; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES – PNLTT. **Relatório Final**. Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes SPNT/MT. Setembro 2012. Brasília – DF.

POHLMANN, M. C.; AGUIAR, A. B. de; BERTOLUCCI, A.; MARTINS, E. Impacto da especificidade de ativos nos custos de transação, na estrutura de capital e no valor da empresa. **Revista Contabilidade e Finanças** [online]. 2004, vol.15, n.spe, pp. 24-40 . ISSN 1808-057X.

REJOWSKI JR., R.; PINTO, J. M.. An MILP formulation for the scheduling of multiproduct pipeline systems. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.19, n.4, p.467-474, 2002.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

RIOS, L. R. Medindo a Eficiência Relativa das Operações dos Terminais de Contêineres do Mercosul. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Administração – UFRGS. Porto Alegre, 2005.

RODRIGUES, E. F., FORMIGONI, A.; CAMPOS, I. P de A.; LEAL, R. Utilização de indicadores da qualidade para análise de eficiência dos processos em empresas de transporte rodoviário de cargas. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**. 2011. Vol. 03 nº 09, p. 1-13. ISSN 1984-6193.

RODRIGUES JUNIOR, M. M. Implicações do processo de convergência contábil na análise de desempenho: um estudo por meio da análise envoltória de dados em empresas listadas na BM&FBovespa. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis – FURB. Blumenau, 2012.

ROORDA M. J.; CAVALCANTE R.; MCCABE S.; KWAN H. A conceptual framework for agent-based modeling of logistics services. **Transportation Research Part E**; pp. 18-31. 2010.

RUSSEL, Stephen H. Supply chain management: more than integrated logistics. **Air Force Journal of Logistics**. V. 31, n. 2, p. 56-63, 2007.

SANCHEZ-RODRIGUES, V.; POTTER, A.; NAIM, M. M. Evaluating the causes of uncertainty in logistics operations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. Vol. 40, Issue 1/2, pp. 61-83, 2010.

SARKIS, J. An Analysis of the Operational Efficiency of Major Airports in the United States. **Journal of Operations Management**. Volume 18, Issue 3, April 2000, pp. 335 – 351.

SASIKUMAR, M.; RAVI PRAKASH, P.; PATIL, S. M.; RAMANI, S. Pipes: A heuristic search model for pipeline schedule generation. **Knowledge-Based Systems**, v.10, n.3, p.169-175, 1997.

SAVOLAINEN, V-V. Relative Technical Efficiency of European Transportation Systems. **Dissertação de Mestrado**. Gestão da Informação e Supply Chain. Lappeenranta – Finlândia. 2007.

SECRETARIA ESPECIAL DOS PORTOS – SEP. **Principais portos**. 2012. Disponível em <http://www2.transportes.gov.br/bit/05-mar/princ-portos.html>. Acesso em 10 nov 2012.

SHANK, J. K.; COLLEGE, D. Strategic Cost Management: New Wine, or Just New Bottles?. **Journal of Management Accounting Research**. Fall, Vol. 1. 47-65, 1989.

SHANK, J.K.; GOVIDARAJAN, V. **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados competitivos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SILVA, L. F. S; VILLAR, A. M. Discussão sobre as técnicas de avaliação dos custos logísticos para fins de controle gerencial. In: **Congresso Brasileiro De Custos**, 14, 2007, João Pessoa – PB. Anais: ABCUSTOS, 2007, CD-ROM.

SILVA, F. G. F. da *et al.* Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros. **Transportes**. Rio de Janeiro, RJ, v. 19, n. 1, p. 5-12, Set. 2011. ISSN 2237-1346. Disponível em: <<http://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/480/366>>. Acesso em: 26 Nov. 2012. doi:10.4237/transportes.v19i1.480.

SOUZA, M. A. de; COLLAZIOL, E. Planejamento e controle dos custos da qualidade: uma investigação da prática empresarial. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 17, n. 41, p. 38-55, 2006.

SOUZA, M., SCHNORR, C., FERREIRA, F.. Práticas de gestão de custos logísticos: Estudo de caso de uma empresa do setor alimentício. **Revista Contemporânea de Contabilidade**. Vol. 10, No 19, Ano 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2013v10n19p3/24351>>. Acesso em: 10 Mai. 2013..

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **Ciência e Cultura**, n. 42, p. 121-139. Tuiuti:, Curitiba, 2009.

SPENDOLINI, Michael J. **Benchmarking**. São Paulo: Makroon Books, 1993.

TALIANI, E. C.; ESCOBAR, S. G. Analisis de la eficiencia encostes delas empresas de transporte de mercancia por carretera: uma aproximación empírica del DEA. **Revista ibero-americana de contabilidade de gestion**, 93–120. 2008.

TAO, X.; ZHANG, R.; WU, Q. Status Quo and Future Development of Shanghai Air Cargo Industry. **Journal of Transportation Systems Engineering and**

**Information Technology**. Volume 11, Issue 5, October 2011, Pages 22-28, ISSN 1570-6672, 10.1016/S1570-6672(10)60139-0.

TIMMS, H.L.; POHLEN, M.F. **The Production Function in Business**. 3rd ed., Richard D. Irwin, Inc., Homewood, IL, 1970.

TRUSKAUSKIENE, E. Influence of Maritime Transport Development on Urban Development of Ports (The Case of Klaipeda) Juru transporto raidos itaka uostamiesciu urbanistinei pletrai (Klaipedos pavyzdžiu) . **Science - Future of Lithuania** [2029-2341] Truskauskiene, Egle yr:2011 vol:1 iss:2 pg:11.

URI, N. D. Technical efficiency, allocative efficiency, and the impact of incentive regulation in telecommunications in the United States. **Structural Change and Economic Dynamics**. Volume 12, Issue 1, March 2001, Pages 59-73, ISSN 0954-349X, 10.1016/S0954-349X(00)00031-X.

ZYLBERSTAJN, D. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness : uma aplicação da nova economia das instituições**. São Paulo,1995. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.

WANKE, P. Determinants of scale efficiency in the Brazilian third-party logistics industry from 2001 to 2009. **BAR, Braz. Adm. Rev.** [online]. 2012, vol.9, n.1, pp. 66-87. ISSN 1807-7692.

WANKE, P.; FLEURY, P.F. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. Capítulo 12. *In: Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil*. IPEA, 2006.

WILLIAMSON, O. E. **Market and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications**. New York: The Free Press. 1975.



## APÊNDICES

## APÊNDICE A:

### Descrição das atividades logísticas

Ordem	Atividade	Descrição
1	Transporte ferroviário de carga	transporte ferroviário de carga, intermunicipal e interestadual locação da infra-estrutura da rede de ferrovias.
2	Transporte rodoviário de cargas	o transporte rodoviário de carga em geral o transporte rodoviário de mudanças de mobiliário de particulares empresas ou governo o serviço de mudança no mesmo imóvel ou local os depósitos de guarda móveis quando integrado a empresas de transporte de mudanças o transporte de carga em veículos de tração animal ou humana a locação de veículos rodoviários de carga com motorista o transporte de carga em contêineres o transporte rodoviário de produtos considerados perigosos com base no tipo de risco que apresentam, segundo legislação específica
3	Cabotagem e longo curso	o transporte marítimo de cabotagem de carga realizado entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima o transporte marítimo de cabotagem de carga quando parte desse transporte é realizado por vias navegáveis interiores o fretamento de embarcações com tripulação para o transporte de cabotagem de carga o transporte marítimo de longo curso internacional de carga, realizado entre portos brasileiros e de outros países o fretamento de embarcações com tripulação para o transporte de longo curso de carga
4	Navegação interior	o transporte de carga por rios, canais, lagos, lagoas, baías e outras vias de navegação interior, em percurso nacional ou internacional a operação e gestão de terminais de carga
5	Navegação de apoio	o transporte de mercadorias para suprimento e apoio a navios e a plataformas de pesquisas e exploração de minerais e hidrocarbonetos. a navegação realizada para apoio logístico a navios e a plataformas de exploração de minerais e hidrocarbonetos transporte a navegação realizada nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias os serviços de reboque realizado por empresas de apoio marítimo, socorro e salvamento
6	Outros tipos de transporte aquaviário	o transporte por navegação de travessia de carga em barcas, balsas e similares, na travessia de rios, lagos, lagoas, canais e baías, etc outros transportes aquaviários em embarcações de pequeno e médio porte, sem itinerário fixo não especificados anteriormente
7	Transporte aéreo de cargas	o transporte aéreo de carga em linhas domésticas e internacionais, regulares ou não o fretamento de aeronaves com tripulação para fins de transporte de carga
8	Movimentação e armazenagem de cargas	as atividades de carga e descarga, por manuseio ou não, de mercadorias ou bagagens, independentemente do meio de transporte utilizado a locação de veículos com equipamentos de movimentação de carga com operador as atividades de armazenamento e depósito, inclusive em câmaras frigoríficas e silos, de todo tipo de produto (sólidos, líquidos e gasosos), por conta de terceiros
9	Atividades aux. aos transportes terrestres	a gestão de terminais rodoviários e ferroviários os serviços de guincho e reboque de veículos inclusive a assistência a veículos em estradas outras atividades auxiliares dos transportes terrestres
10	Atividades aux. aos transportes aquaviários	os serviços de apoio a navios na área do porto os serviços de classificação de embarcações os serviços de praticagem
11	Atividades auxiliares aos transportes aéreos	a gestão de aeroportos e campos de aterrissagem a gestão de instalações para navegação aérea (radiofaróis, centro de controle de voo, estações de radar, etc.) o serviço de limpeza de interior de aeronaves outras atividades auxiliares dos transportes aéreos, não especificadas anteriormente
12	Atividades organizadoras do transporte de cargas	a organização ou coordenação de operações de transportes terrestres, marítimos e aéreos, em nome do expedidor ou consignatário a organização logística do transporte de carga e a contratação de fretes o agrupamento e o acondicionamento de cargas

Fonte: IBGE – CNAE (2014)